



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

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

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации
ПИ № ФС77-55413 от 17.09.2013 г.

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов

Ответственный секретарь
Стаферов А.В.

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

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

**Компьютерная верстка
и обработка графического
материала**
Комарова Е.Ю.

Номер подписан в печать 28.03.2025

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 18,75

Усл. печ. л. 18,38

Уч.-изд. л. 15,34

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 (1): 1–150

DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1

ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал

Выходит один раз в три месяца

Основан в 2014 г.

DOI 10.24183/2409-4080

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

2025 • Т. 12 • № 1

Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

Зам. главного редактора

Абугуев С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

Ответственный секретарь

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

Редакционная коллегия

Ганюков В.И., доктор мед. наук (Кемерово)

Гранада Х.Ф. (Нью-Йорк, США)

Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург)

Крестянинов О.В., доктор мед. наук

(Новосибирск)

Матчин Ю.Г., профессор (Москва)

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

Палеев Ф.Н., чл.-корр. РАН (Москва)

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

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

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

Раймерс Б. (Милан, Италия)

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

Самко А.Н., профессор (Москва)

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

Скрыпник Д.В., профессор (Москва)

Федорченко А.Н., доктор мед. наук

(Краснодар)

Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)

Чернявский М.А., доктор мед. наук

(Санкт-Петербург)

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

Редакционный совет

Акчурин Р.С., академик РАН (Москва)

Белов Ю.В., академик РАН (Москва)

Белозеров Г.Е., профессор (Москва)

Бокерия Л.А., академик РАН (Москва)

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

Гавриленко А.В., академик РАН (Москва)

Голухова Е.З., академик РАН (Москва)

Дземешкевич С.Л., профессор (Москва)

Затевахин И.И., академик РАН (Москва)

Караськов А.М., академик РАН

(Новосибирск)

Мазаев В.П., профессор (Москва)

Подзолков В.П., академик РАН (Москва)

Порханов В.А., академик РАН

(Краснодар)

Прокубовский В.И., профессор (Москва)

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

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

Хубулава Г.Г., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Честухин В.В., профессор (Москва)

Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)

Шляхто Е.В., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)

Шпектор А.В., профессор (Москва)



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

www.endovascular.ru

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

Editorial Office

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

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

The journal is indexed:

Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery
2025; 12 (1): 1–150

DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1

Russian Journal of Endovascular Surgery

Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

DOI: 10.24183/2409-4080

2025 • Vol. 12 • No. 1

Editor-in-Chief

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

Deputy Editors

Abugov S.A., Professor (Moscow)
Kavteladze Z.A., Professor (Moscow)
Protopopov A.V., Professor (Krasnoyarsk)

Executive Secretary

Staferov A.V., PhD (Moscow)

Editorial Board

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

Advisory Board

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

Эндоваскулярная хирургия

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

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

Журнал предоставляет 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

От главного редактора

Эндоваскулярная хирургия геронтологических больных

Ткачева О.Н., Ермолаев П.М., Ерусланова К.А., Даниленко С.Ю., Балаева М.М., Эсенбекова Э.Э., Кавтеладзе З.А. Особенности эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов пожилого и старческого возраста

Майнгарт С.В., Лашевич К.А., Лазебный П.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Особенности транскатетерной имплантации аортального клапана у больных старческого возраста

Дуплякова П.Д., Саламов Г.В., Кислухин Т.В., Дупляков Д.В., Павлова Т.В. Исходы у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в возрастной группе старше 90 лет при инвазивной тактике ведения

Петросян К.В., Чобанян М.А., Бузиашивили Ю.И., Дадабаев Г.М., Караев А.В. Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациента 92 лет с высоким хирургическим риском

Калюжный В.А., Тупикин Р.С., Кузьмин А.Г., Чибиров С.К., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Применение системы реолитической тромбоаспирации в лечении острой артериальной недостаточности нижней конечности у пожилого пациента после неэффективной хирургической тромбэктомии

Обзоры

Газарян Г.Г., Климовский С.Д., Ситкин И.И. Значение внутрисосудистого ультразвука в эндоваскулярном лечении хронических форм ишемии нижних конечностей

Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Кавтеладзе З.А., Ткачева О.Н. Современные технологии эндоваскулярной хирургии при лечении кальциноза коронарных артерий и общей бедренной артерии на примере клинического случая

Оригинальные статьи

Алесян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Новак А.Я., Токмаков Е.В., Иродова Н.Л., Гёлецын Л.Г., Кныш Ю.Б., Куропий Т.С., Ревизишвили А.Ш. Госпитальные результаты лечения пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий с использованием инновационных технологий внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения

Тер-Акопян А.В., Долгов С.А., Абрамов А.С., Никитин Н.Е., Мамырбаев А.А. Влияние систематического применения внутрисосудистой визуализации на современную клиническую практику

Соловьев В.А., Ардеев В.Н., Зауралов О.Е., Гарин Ю.Ю., Миرون В.В., Ибрагимов И.М., Белков М.А., Кирпичников И.Р., Латкин О.Е., Газизов Д.В. Отдаленные результаты стентирования коронарных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвука у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST

Клинические наблюдения

Пахолков А.Н., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Лечение рецидивирующего in-stent рестеноза в правой коронарной артерии при помощи ротационной атерэктомии

Поляков Р.С., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Сафонова В.М., Карук М.В., Абугов С.А. Эндоваскулярное лечение гигантских аневризм аорты

Карданахшвили З.Б., Андросов Н.А., Атанесян Р.В., Матчин Ю.Г. Первый опыт применения биорезорбируемых сосудистых каркасов (скаффолдов) второго поколения в лечении окклюзионно-стенозных поражений артерий голени

Юбилей

К 70-летию Хамидуллина Айдар Фаязовича

CONTENTS

5 From the Editor-in-Chief

Endovascular surgery of geriatric patients

7 **Tkacheva O.N., Ermolaev P.M., Eruslanova K.A., Danilenko S.Yu., Balaeva M.M., Esenbekova E.E., Kavteladze Z.A.** Features of interventional treatment of cardiovascular diseases in elderly and senile patients

22 **Mayngart S.V., Lashevich K.A., Lazebnyy P.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** Features of transcatheter aortic valve implantation in senile patients

36 **Duplyakova P.D., Salamov G.V., Kislykhin T.V., Duplyakov D.V., Pavlova T.V.** Outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction in the age group over 90 years old with invasive management strategy

42 **Petrosyan K.V., Chobanyan M.A., Buziashvili Yu.I., Dadabaev G.M., Karaev A.V.** Transcatheter aortic valve implantation in a high surgical risk patient aged 92 years

51 **Kalyuzhnyy V.A., Tupikin R.S., Kuzmin A.G., Chibirov S.K., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** The use of a rheolytic thromboaspiration system in the treatment of acute arterial insufficiency of the lower extremity in an elderly patient after ineffective surgical thrombectomy

Reviews

60 **Gazaryan G.G., Klimovskiy S.D., Sitkin I.I.** Clinical impact of intravascular ultrasound during endovascular treatment of chronic lower limb ischemia

76 **Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Kavteladze Z.A., Tkacheva O.N.** Modern technologies of endovascular surgery in the treatment of coronary artery and common femoral artery calcifications on the example of case studies

Original articles

93 **Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Tokmakov E.V., Irodova N.L., Geletsyan L.G., Knysh Yu.B., Kuropiy T.S., Revishvili A.Sh.** Treatment of patients with three-vessel coronary artery disease with innovative technologies intravascular imaging and invasive physiology: in-hospital results

104 **Ter-Akopyan A.V., Dolgov S.A., Abramov A.S., Nikitin N.E., Mamyrbayev A.A.** The impact of systematic use of intravascular imaging on modern clinical practice

116 **Solovov V.A., Ardeev V.N., Zauralov O.E., Garin Yu.Yu., Mironov V.V., Ibragimov I.M., Belkov M.A., Kirpichnikov I.R., Latkin O.E., Gazizov D.V.** Immediate results of coronary artery stenting with intravascular ultrasound in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction

Case reports

123 **Pakholkov A.N., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** Endovascular treatment of the patent ductus arteriosus

132 **Polyakov R.S., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Safonova V.M., Karuk M.V., Abugov S.A.** Endovascular treatment of giant aortic aneurysms

139 **Kardanaxhishvili Z.B., Androsov N.A., Atanesyan R.V., Matchin Yu.G.** The first experience of using 2-nd generation bioresorbable vascular scaffolds for treatment of occlusive-stenotic lesions of the infrapopliteal artery

Anniversary

149 To the 70-years birthday anniversary of Khamidullin Aydar Fayazovich

От главного редактора

Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию первый в 2025 году номер журнала «Эндоваскулярная хирургия», в который включены работы по наиболее интересным и актуальным вопросам эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер раздел, посвященный эндоваскулярной хирургии больных старшей возрастной группы. Число таких пациентов непрерывно возрастает, комплексность поражения и выраженность сопутствующей патологии существенно повышают сложность оказания им медицинской помощи, поэтому мы сочли необходимым обратить ваше внимание на ряд особенностей, присущих эндоваскулярному лечению данного контингента пациентов. Открывает раздел обзорная работа О.Н. Ткачевой и соавт., посвященная особенностям эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов пожилого и старческого возраста. В обзорной статье С.В. Майнгарта и соавт. подробно представлены особенности транскатетерной имплантации аортального клапана у больных старческого возраста. П.Д. Дуплякова и соавт. в своем оригинальном исследовании демонстрируют результаты инвазивного лечения у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в возрастной группе старше 90 лет. В работе К.В. Петросяна и соавт. описан клинический случай транскатетерной имплантации аортального клапана у пациента 92 лет с высоким хирургическим риском, а в публикации В.А. Калюжного и соавт., завершающей раздел, посвященный эндоваскулярной хирургии геронтологических больных, представлены возможности применения системы реолитической тромбоспирации в лечении острой артериальной недостаточности у пожилого пациента после неэффективной хирургической тромбэмболизации.



Раздел обзоров литературы открывает работа Г.Г. Газаряна и соавт., в которой рассматривается значение внутрисосудистого ультразвука в эндоваскулярном лечении хронических форм ишемии нижних конечностей. Следующая работа, С.Ю. Даниленко и соавт., посвящена современным технологиям эндоваскулярной хирургии при лечении кальциноза коронарных артерий и общей бедренной артерии, с обзором состояния проблемы и собственным клиническим наблюдением в качестве примера.

Раздел оригинальных статей открывает работа Б.Г. Алесяна и соавт., в которой авторы проанализировали непосредственные результаты эндоваскулярного лечения больных ишемической болезнью сердца с трехсосудистым поражением коронарных артерий с применением методов внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения. Статья А.В. Тер-Акопяна и соавт. посвящена анализу влияния систематического применения внутрисосудистой визуализации на современную клиническую практику. Продолжает эту тематику работа В.А. Соловьева и соавт., посвященная изучению отдаленных результатов стентирования коронарных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвука у пациентов с острым инфарктом миокарда с элевацией сегмента ST.

Раздел клинических наблюдений открывает статья А.Н. Пахолкова и соавт., в которой приведено описание эндоваскулярного лечения рецидивирующего in-stent рестеноза в правой коронарной артерии при помощи ротационной атерэктомии. В работе Р.С. Полякова и соавт. представлен пример эндоваскулярного лечения гигантских аневризм аорты. Завершает первый номер нашего журнала статья З.Б. Карданахишвили и соавт., в которой авторы демонстрируют результаты первого опыта применения биорезорбируемых сосудистых каркасов (скаффолдов) второго поколения в лечении окклюзионно-стенотических поражений артерии голени.

10 апреля 2025 года исполняется 70 лет одному из выдающихся рентгенэндоваскулярных хирургов нашей страны – заслуженному врачу Республики Татарстан, лауреату Госу-

дарственной премии Республики Татарстан, главному детскому внештатному рентгенэндоваскулярному хирургу Министерства здравоохранения Республики Татарстан, заведующему отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения Детской республиканской клинической больницы Министерства здравоохранения Республики Татарстан, врачу высшей категории Хамидуллину Айдару Фаязовичу. Редакционная коллегия журнала поздравляет Айдара Фаязовича с Юбилеем и желает ему благополучия и удачи.

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

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

Эндоваскулярная хирургия геронтологических больных

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.1-053.9-072.1-089

**Особенности эндоваскулярного лечения
сердечно-сосудистых заболеваний
у пациентов пожилого и старческого возраста****О.Н. Ткачева¹, П.М. Ермолаев^{1,2}✉, К.А. Ерусланова¹, С.Ю. Даниленко^{1,2},
М.М. Балаева¹, Э.Э. Эсенбекова¹, З.А. Кавтеладзе^{1,2}**¹ Российский геронтологический научно-клинический центр ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация² ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация**Ткачева Ольга Николаевна**, д-р мед. наук, профессор, директор Российского геронтологического научно-клинического центра; orcid.org/0000-0002-4193-688X✉ **Ермолаев Павел Михайлович**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6247-3872, e-mail: ermolaev_pm@rgnkc.ru**Ерусланова Ксения Алексеевна**, канд. мед. наук, заведующая лабораторией сердечно-сосудистого старения; orcid.org/0000-0003-0048-268X**Даниленко Сергей Юрьевич**, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-0887-0946**Балаева Мадина Магомет-Башировна**, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-1969-8923**Эсенбекова Элнура Эсенбековна**, врач-гериатр, терапевт; orcid.org/0000-0003-4227-2082**Кавтеладзе Заза Александрович**, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела сердечно-сосудистой и эндоваскулярной хирургии¹, заведующий лабораторией экстренной сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии²; orcid.org/0000-0003-0617-2332**Резюме**

Развитие медицины является одним из факторов старения населения планеты. Выделение специальности «гериатрия» направлено на изучение особенностей заболеваний в старшей возрастной группе, у пациентов пожилого и старческого возраста. Прогрессивное развитие малоинвазивной эндоваскулярной хирургии в последние десятилетия особенно эффективно реализовалось в этой группе пациентов – для диагностики и лечения обширного спектра сердечно-сосудистых заболеваний, учитывая большое количество отягощающих процесс лечения характерных факторов, таких как старческая астения, когнитивные нарушения, высокий риск развития делирия и депрессии, наличие сопутствующих хронических заболеваний. Возрастные особенности пациентов значительно усложняют как выполнение непосредственно транскатетерных вмешательств, так и ведение пациентов в периоперационном периоде. Специально разработаны протоколы и рекомендации по предоперационной подготовке пациентов пожилого и старческого возраста. Интраоперационная тактика и техника выполнения эндоваскулярных вмешательств зачастую существенно отличаются от таковых в группе пациентов молодого возраста. Высокий риск развития большого количества послеоперационных осложнений требует знания как особенностей выполнения операции, так и тщательного контроля в послеоперационном периоде. Формирование и разработка новых рекомендаций об особенностях ведения пациентов пожилого и старческого возраста является стратегической задачей здравоохранения и основана на систематизации новых знаний по этим вопросам.

Ключевые слова: эндоваскулярная хирургия, пациенты пожилого и старческого возраста, сердечно-сосудистые заболевания

Для цитирования: Ткачева О.Н., Ермолаев П.М., Ерусланова К.А., Даниленко С.Ю., Балаева М.М., Эсенбекова Э.Э., Кавтеладзе З.А. Особенности эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов пожилого и старческого возраста. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 7–21. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-7-21

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.10.2024
Принята к печати 11.12.2024

Features of interventional treatment of cardiovascular diseases in elderly and senile patients

O.N. Tkacheva¹, P.M. Ermolaev^{1, 2✉}, K.A. Eruslanova¹, S.Yu. Danilenko^{1, 2},
M.M. Balaeva¹, E.E. Esenbekova¹, Z.A. Kavteladze^{1, 2}

¹ Russian Gerontological Scientific and Clinical Center, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

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

Olga N. Tkacheva, Dr. Med. Sci., Professor, Director of Russian Gerontological Scientific and Clinical Center; orcid.org/0000-0002-4193-688X

✉ **Pavel M. Ermolaev**, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6247-3872, e-mail: ermolaev_pm@rgnkc.ru

Kseniya A. Eruslanova, Cand. Med. Sci., Head of the Laboratory of Cardiovascular Aging; orcid.org/0000-0003-0048-268X

Sergey Yu. Danilenko, Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0887-0946

Madina M.-B. Balaeva, Junior Researcher; orcid.org/0000-0003-1969-8923

Elnura E. Esenbekova, Geriatrician, Therapist; orcid.org/0000-0003-4227-2082

Zaza A. Kavteladze, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Cardiovascular and Endovascular Surgery¹, Head of the Laboratory of Emergency Vascular and X-ray Endovascular Surgery²; orcid.org/0000-0003-0617-2332

Abstract

The development of medicine is one of the factors of the aging of the world's population. The allocation of the specialty of geriatrics is aimed at studying the characteristics of diseases in the older age group, in elderly and senile patients. The progressive development of minimally invasive endovascular surgery in recent decades has been particularly relevant in this group of patients for the diagnosis and treatment of a wide range of cardiovascular diseases, given the large number of characteristic factors that aggravate the treatment process, such as senile asthenia, cognitive impairment, high risk of delirium and depression, and the presence of concomitant chronic diseases. The age characteristics of patients significantly complicate both the implementation of transcatheter interventions directly and the management of patients during the perioperative period. Protocols and recommendations for preoperative preparation of elderly and senile patients have been specially developed. Intraoperative tactics and the technique of performing endovascular interventions often differ significantly from the group of young patients. The high risk of developing a large number of postoperative complications also requires both the specifics of the operation and careful monitoring in the postoperative period. The formation and development of new recommendations on the management of elderly and senile patients is a strategic task of healthcare, and is based on the systematization of new knowledge on these issues.

Keywords: endovascular surgery, elderly and senile patients, cardiovascular diseases

For citation: Tkacheva O.N., Ermolaev P.M., Eruslanova K.A., Danilenko S.Yu., Balaeva M.M., Esenbekova E.E., Kavteladze Z.A. Features of interventional treatment of cardiovascular diseases in elderly and senile patients. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 7–21 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-7-21

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

Received October 22, 2024
Accepted December 11, 2024

Введение

В условиях старения населения планеты, когда, по прогнозам, к 2030 г. каждый шестой человек будет старше 60 лет, возрастает роль малоинвазивных эндоваскулярных вмешательств в оказании комплексной помощи пожилым людям [1]. Беспрецедентный рост числа транскатетерных вмешательств за последние 10 лет, особенно при структурных заболеваниях сердца в экстремальных возраст-

ных группах, повышает связанные с возрастом периоперационные риски вмешательств и требует определения возможных последствий и чётких перспектив оказания эндоваскулярной помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ) у пациентов пожилого и старческого возраста. По классификации возрастных групп Всемирной организации здравоохранения от 2012 г., пожилой возраст определяется от 60 до 74 лет, старческий возраст – от 75 до 89 лет [2]. Следует отметить,

что хронологический возраст измеряет линейный ход времени от рождения до наступления старости. В свою очередь, патофизиологические изменения организма, которые происходят с течением времени, отражает биологический возраст [1]. Понимание биологического старения имеет решающее значение для интервенционной кардиологической помощи пациентам 60–89 лет (далее в тексте – пожилые пациенты, пациенты пожилого возраста).

Старение само по себе не является болезнью, но остается основным фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. С другой стороны, прогрессирование ССЗ ускоряет процесс старения, приводя к снижению физических возможностей и качества жизни пожилых людей [3]. Эти концепции, занимающие центральное место в геронтологии, подчеркивают важность создания диагностических и терапевтических инструментов, направленных на снижение возрастных рисков при лечении сердечно-сосудистых заболеваний [4]. В ежедневной клинической практике специалисты по интервенционному лечению ССЗ часто сталкиваются с возрастными особенностями пациентов, которые значительно усложняют выполнение транскатетерных вмешательств, увеличивая операционные риски, оказывая влияние на долгосрочные стратегии ведения пожилых пациентов [5]. Инновации в транскатетерной терапии, особенно в эндоваскулярном лечении структурных заболеваний сердца, как наиболее распространенных в пожилом возрасте, вывели значимость возрастных рисков эндоваскулярных вмешательств на первый план в лечении сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов пожилого возраста.

Все возможные проблемы и осложнения транскатетерных вмешательств, характерные для пожилых пациентов, можно разделить на специфические, зависящие от конкретной области интервенции, и неспецифические.

Особенности эндоваскулярного лечения пациентов пожилого и старческого возраста

Следует выделить следующие неспецифические проблемы, которые могут осложнять процесс лечения пациентов пожилого возраста и наличие или активное выявление которых необходимо учитывать при планировании возможности и необходимости вмешательства,

объема операции, продолжительности послеоперационного периода, долгосрочных ожидаемых результатов интервенции: особенности общемедицинского ухода за пожилыми пациентами, когнитивные нарушения, делирий и депрессия, старческая астения, наличие сопутствующих хронических заболеваний и оценка степени их тяжести, прогнозируемая продолжительность жизни, кровотечения и осложнения в месте сосудистого доступа, инсульт, острое повреждение почек.

Характерной неспецифической проблемой при лечении пожилых пациентов является необходимость общемедицинского ухода, особенности которого зависят от проведения всесторонней оценки клинического состояния пациентов. Эта оценка особенно важна перед инвазивными процедурами, во время которых пожилые пациенты подвергаются более высокому риску неблагоприятных исходов, в связи с чем имеются особые требования к уходу до, во время и после вмешательства. Врачи, ухаживающие за пожилыми пациентами, должны учитывать цели и предпочтения каждого пациента, а также особенности проведения сердечно-сосудистых вмешательств, оказывающие влияние на течение ближайшего послеоперационного периода [6]. Фактически отрицательное влияние на эффективность интервенционного лечения таких гериатрических синдромов и симптомов, как старческая астения (СА), нарушение подвижности и саркопения, потенциально может быть устранено с помощью реабилитации в рамках комплексного периоперационного подхода [7, 8].

Одной из основных особенностей, свойственных пациентам пожилого и старческого возраста, является такой симптомокомплекс, как старческая астения, или «хрупкость». Старческая астения – гериатрический синдром, характеризующийся возраст-ассоциированным снижением физиологического резерва и функций многих систем организма, приводящий к повышенной уязвимости организма пожилого человека к воздействию эндо- и экзогенных факторов и высокому риску развития неблагоприятных исходов для здоровья, потери автономности и смерти. Синдром СА тесно связан с другими гериатрическими синдромами и полиморбидностью, может быть потенциально обратим и влияет на тактику ведения пациента. Существуют две модели, описывающие СА, – фенотипическая, включа-

ющая пять критериев (непреднамеренная потеря веса, низкая сила пожатия, повышенная утомляемость, снижение скорости ходьбы и низкий уровень физической активности), и модель накопления дефицитов, подразумевающая оценку от 40 до 70 дефицитов и расчет индекса старческой астении [2].

По данным метаанализа 2019 г., распространенность СА у пациентов отделений сосудистой хирургии составляет от 20 до 60% [9]. Старческая астения увеличивает летальность в стационаре, длительность госпитализации и ухудшает прогноз жизни у пациентов после хирургического лечения [10].

Для оценки СА в мире доступны следующие инструменты: клиническая шкала «хрупкости» Роквуда, фенотип физической «хрупкости» Фрида и набор основных инструментов для определения «хрупкости» [11, 12]. Набор инструментов Essential Frailty (табл. 1) – это простой инструмент, используемый интервенционными кардиологами в условиях нехватки времени, и его рекомендуют применять в ежедневной клинической практике [1]. Согласно российским клиническим рекомендациям по старческой астении, диагностика синдрома СА состоит из двух этапов: на первом этапе проводится скрининг старческой астении с использованием опросника «Возраст не помеха» (табл. 2), на втором этапе – комплексная гериатрическая оценка. Комплексная

гериатрическая оценка – многомерный междисциплинарный диагностический процесс, включающий оценку физического и психоэмоционального статуса, функциональных возможностей и социальных проблем пожилого человека, с целью разработки плана лечения и наблюдения, направленного на восстановление или поддержание уровня его функциональной активности [13].

Необходимо отметить, что не только старческая астения, но и отдельные гериатрические синдромы могут быть рассмотрены в качестве дополнительного показателя риска у пожилых пациентов, подвергающихся сердечно-сосудистым вмешательствам [1].

Еще одним значимым фактором негативного прогноза выступает снижение когнитивных функций и деменция. Анализ базы данных страховых компаний США показал, что до 25% пациентов сосудистых отделений старше 60 лет имеют когнитивные нарушения, при этом они встречаются примерно в 2 раза чаще у пациентов, которым выполнена операция по экстренным показаниям. В том же исследовании было показано, что наличие деменции увеличивает 30-дневную смертность в 1,2 раза, 90-дневную – в 1,6 раза, а также вдвое увеличивает длительность госпитализации [14].

Еще одним гериатрическим синдромом, влияющим на прогноз, является депрессия,

Таблица 1

Шкала Essential Frailty

Показатель		Результат	Количество баллов
	Время, которое требуется, чтобы подняться со стула	Менее 15 с	0
		Более 15 с	0
		Не может выполнить упражнение	1
	Нарушение когнитивных функций	Мини-ментал (MMSE) тест более 24 баллов или Мини-Ког более 3 баллов	0
		Мини-ментал тест менее 24 баллов или Мини-Ког менее 3 баллов	1
	Уровень гемоглобина	Мужчина – более 13 г/дл, женщина – более 12 г/дл	0
		Мужчина – менее 13 г/дл, женщина – менее 12 г/дл	1
	Уровень альбумина	Более 3,5 г/дл	0
		Менее 3,5 г/дл	1

Таблица 2

Скрининговый опросник «Возраст не помеха» для выявления синдрома старческой астении

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
1	Похудели ли вы на 5 кг и более за последние 6 мес?	Да/нет
2	Испытываете ли вы какие-либо ограничения в повседневной жизни из-за снижения зрения или слуха?	Да/нет
3	Были ли у вас в течение последнего года травмы, связанные с падением, или падения без травм?	Да/нет
4	Чувствуете ли вы себя подавленным, грустным или встревоженным на протяжении последних недель?	Да/нет
5	Есть ли у вас проблемы с памятью, пониманием, ориентацией или способностью планировать?	Да/нет
6	Страдаете ли вы недержанием мочи?	Да/нет
7	Испытываете ли вы трудности в перемещении по дому или на улице (ходьба до 100 м или подъем на 1 лестничный пролет)?	Да/нет

Примечание. Интерпретация результатов: при ответах на вопросы анкеты за каждый ответ «Да» начисляется 1 балл. В случае, если пациент набрал: 5 баллов и более – старческая астения высоковероятна и показана консультация гериатра с проведением комплексной гериатрической оценки и составлением индивидуального плана ведения пациента; 3–4 балла – умеренная вероятность старческой астении, целесообразно выполнение краткой батареи тестов физического функционирования и теста Мини-Ког в условиях гериатрического кабинета; 0–2 балла – наличие у пациента синдрома старческой астении маловероятно.

которая увеличивает риск госпитализации в сосудистое отделение по экстренным показаниям в 1,3 раза и риск повторных госпитализаций в первые 30 дней после выписки – в 1,8 раза [15].

Когнитивные нарушения, делирий и депрессия распространены среди пожилых людей. Распространенность этого симптомокомплекса увеличивается с возрастом, удваиваясь каждые 5 лет с 65 до 85 лет. По данным литературы, у 1/3 пациентов, проходящих лечение в кардиологических отделениях, наблюдаются когнитивные нарушения той или иной степени тяжести [16]. Раннее выявление когнитивных нарушений может влиять на совместное принятие решений по планированию медицинской помощи, определению необходимого объема интервенционного лечения, разработке стратегии этапности лечения при наличии нескольких сердечно-сосудистых заболеваний, требующих интервенционных вмешательств.

Статус питания, вероятно, является одним из наиболее тщательно изученных и известных факторов, определяющих исход хирургического вмешательства. Недостаточность питания (синонимы: мальнутриция, белково-энергетическая недостаточность) – патологическое состояние, обусловленное несоответствием поступления и расхода питательных веществ, приводящее к снижению массы тела и измене-

нию компонентного состава организма, уменьшению физического и умственного функционирования, а также к ухудшению прогноза. Это состояние возникает в результате недостаточного потребления или нарушений усвоения/всасывания пищи, что приводит к изменению состава тела – уменьшению сухой/тощей массы и массы клеток тела [17]. Распространенность мальнутриции среди пожилых пациентов отделений сосудистой хирургии варьирует в пределах 15–72%. Мальнутриция практически вдвое увеличивает риск развития периоперационных осложнений, длительность госпитализации и риск повторных госпитализаций в течение первых 30 дней после выписки [18].

Пациент хирургического профиля подвергается таким воздействиям, как длительное предоперационное голодание, хирургический стресс-ответ, периоперационная гипергликемия и воспалительная реакция на хирургическое лечение, обуславливающим повышенную потребность в питательных веществах. Хирургическая стрессовая реакция – это гиперметаболическое и гиперкатаболическое состояние, характеризующееся распадом белка, в первую очередь за счет скелетной мышечной массы, что приводит к ее потере. Сердечно-сосудистые операции имеют самые высокие показатели ятрогенной недостаточности питания во всем мире. M.T. Kassin et al.

выявили, что среди факторов, влияющих на 30-дневную повторную госпитализацию у пациентов хирургического профиля, частота мальнутриции составляет 10,4% [19]. Длительное предоперационное голодание все еще распространено в хирургической практике, даже при проведении эндоваскулярного лечения, несмотря на накопленные доказательства против данного подхода. Опубликованное в 2024 г. исследование SCOFF-trail продемонстрировало, что либеральный подход к питанию пациентов перед проведением эндоваскулярного лечения (прекращение приема твердой пищи за 3 ч до процедуры и прозрачной жидкости – за 2 ч) не влияет на риск аспирационной пневмонии, но снижает риск развития углеводных нарушений (эпизоды гипогликемии), а также гипотонии [20].

Саркопения (снижение мышечной силы) также выступает как фактор риска осложнений, особенно у пациентов с заболеванием артерий нижних конечностей: увеличивает риск ампутаций на 50%, а риск смерти – в 2 раза [21].

Не в последнюю очередь на прогноз пожилых пациентов, перенесших интервенционное лечение, оказывают влияние сопутствующие хронические заболевания, особенно требующие проведения одновременного лечения. Пациенты с несколькими хроническими заболеваниями подвергаются повышенному риску осложнений при выполнении интервенционных вмешательств, включая более высокую госпитальную смертность и более длительные сроки госпитализации [22]. Признание возрастающих рисков, связанных с наличием множественных хронических заболеваний у пожилых пациентов, может улучшить совместное принятие решений консилиумом врачей, в том числе смежных специальностей, что необходимо для четкого определения стратегии профилактики потенциальных осложнений.

Сопутствующие заболевания, старческая астения и когнитивные нарушения у пожилых людей, проходящих интервенционное лечение ССЗ, могут значительно ухудшать качество жизни таких пациентов на всех этапах оказания медицинской помощи и требуют комплексного подхода к их ведению с привлечением мультидисциплинарной команды, включающей врача-гериатра [23].

У пожилых людей, подвергающихся интервенционному лечению, особенно при наличии

сопутствующих гериатрических синдромов, наблюдаются высокие риски развития таких осложнений, как кровотечения и осложнения в месте доступа, инсульт, острое повреждение почек [24, 25].

Частые кровотечения и сосудистые осложнения в месте доступа у пожилых пациентов обусловлены несколькими причинами. У пациентов этого возраста чаще встречаются хронические заболевания, повышающие риски кровотечений, такие как почечная недостаточность, печёночная дисфункция и резистентная к лекарственной терапии артериальная гипертензия [26]. Кроме того, часто встречаются «возрастные» изменения сосудов – повышенная жёсткость сосудов, эндотелиальная дисфункция, выраженные заболевания периферических артерий (заболевания артерий нижних конечностей, ЗАНК), что повышает уязвимость таких больных к возникновению сосудистых осложнений в местах типичных сосудистых доступов.

Одной из эффективных стратегий уменьшения кровотечений является выбор лучевого доступа, в частности, для выполнения чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ). По сравнению с бедренным доступом лучевой доступ, как было доказано, снижает риски кровотечений и сосудистых осложнений, особенно при остром коронарном синдроме (ОКС). У пожилых пациентов лучевой доступ может принести большую абсолютную пользу при выполнении ЧКВ по сравнению с более молодыми пациентами [26]. Проспективное исследование 80-летних пациентов, рандомизированных по локализации артериального доступа (бедренный доступ по сравнению с лучевым), выявило меньшее количество сосудистых осложнений в группе пациентов с лучевым доступом без какого-либо снижения успешности выполнения ЧКВ. Тем не менее, как это ни парадоксально, у пожилых пациентов реже используется лучевой доступ при ЧКВ, что связано с высокой распространенностью извитости сосудов верхних конечностей и их выраженной кальцификации у таких пациентов [27]. Эти анатомические особенности увеличивают риск спазма лучевых и плечевых артерий, что приводит к защемлению и перекручиванию катетеров, значительно усложняя выполнение диагностических исследований и установку доставляющего катетера при выполнении операции.

Подходы к устранению данных проблем включают использование левого лучевого доступа, выбор лучевых катетеров меньшего размера (4- или 5-дюймовых) и предназначенных для конкретной цели, а также использование специальных технических приёмов при проведении инструментария, таких как телескопическая техника «мать и дитя», использование направляющего баллонного катетера, что часто может помочь в прохождении извитости лучевых и плечевых артерий. В ситуациях, требующих бедренного доступа, необходим оптимальный доступ к бедренной артерии, и в данном случае техника пункции бедренной артерии имеет решающее значение для минимизации возможных осложнений.

Рост применения транскатетерных вмешательств для лечения пациентов с несколькими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, например многососудистым поражением коронарных артерий или поражением ствола левой коронарной артерии и пороками клапанов сердца, значительно увеличивает возможность улучшения качества жизни пациентов после эндоваскулярной коррекции патологий различной локализации [26]. Однако лечение должно быть проведено с учетом имеющихся процедурных рисков, с минимальной опасностью и максимальной пользой для пациентов. Объем и этапность лечения необходимо выбирать индивидуально в каждом конкретном случае, в рамках расширенного консилиума, с включением специалистов геронтологов, кардиологов, эндоваскулярных хирургов и врачей других специальностей, в зависимости от наличия и тяжести имеющихся у пациента сопутствующих заболеваний.

Традиционно сердечно-сосудистые риски лечения определяются количественно с помощью проверенных моделей риска с использованием гемодинамических, анатомических и технических параметров. Так, у пациентов с ИБС, в частности при ОКС, применение традиционных шкал оценки риска (например, TIMI, GRACE), помогает определить необходимую максимально безопасную стратегию интервенционного лечения. Но эти широко распространенные шкалы стратификации рисков могут не соответствовать целям лечения пожилых пациентов.

Вообще, пожилые пациенты имеют более низкую толерантность к рискам при проведении плановых процедур по сравнению с мо-

лодыми пациентами [28]. В данном аспекте годы жизни с поправкой на качество жизни являются ценным показателем эффективности лечения в здравоохранении, и он также может использоваться для оценки экономической эффективности лечения, может оценивать как качество, так и продолжительность жизни, продлеваемой благодаря проведённому лечению. Этот показатель может быть особенно актуален для пожилых пациентов, у которых максимизация качества жизни часто является более приоритетным параметром, чем ее продолжительность.

Таким образом, конечные цели лечения и предпочтения отдельных пациентов должны оставаться основным фактором при принятии решения о проведении интервенционного лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пожилых пациентов.

Особенности эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пожилых пациентов в зависимости от локализации поражения

ЧКВ у пациентов пожилого возраста со стабильной стенокардией напряжения

По данным литературных источников, у 50% пожилых пациентов, которым проводится чрескожное коронарное вмешательство, есть симптомокомплекс старческой астении [29]. У больных, перенесших ЧКВ, выраженная старческая астения увеличивает вероятность госпитальной летальности в 3 раза [30]. При ОКС и выполнении плановых ЧКВ подход к реваскуляризации у пожилых пациентов различен. Коллегиальное принятие решений о необходимости выполнения ЧКВ особенно важно для пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца, для тех, у кого вмешательства могут не иметь явных преимуществ по такому параметру, как выживаемость [31].

В исследовании TIME (Trial of Invasive Versus Medical Therapy in the Elderly) у пожилых пациентов со стабильной стенокардией через 6 мес после ЧКВ наблюдалось уменьшение симптомов стенокардии и улучшение качества жизни, которые не сохранялись через 12 мес, но тем не менее у больных, подвергшихся инвазивному лечению, частота последующих госпитализаций была значительно ниже [32]. Пациенты в возрасте 75 лет и стар-

ше со стабильной стенокардией, ухудшающей качество их жизни, несмотря на стандартную медикаментозную терапию, получали больше пользы от реваскуляризации, чем от оптимальной медикаментозной терапии, по таким параметрам, как устранение симптомов стенокардии и улучшение качества жизни. Этой категории пациентов, несмотря на их высокий операционный риск, следует предложить инвазивное обследование с последующей реваскуляризацией миокарда, если это возможно.

Более современные данные исследования ISCHEMIA (International Study of Comparative Health Effectiveness with Medical and Invasive Approaches) не продемонстрировали различий в клинических исходах у пожилых пациентов с хронической ишемической болезнью сердца при выполнении ЧКВ по сравнению с более молодыми пациентами [33].

В клинических исследованиях часто оцениваются традиционные клинические конечные точки, такие как повторная госпитализация, инсульт и смертность. Однако пожилые люди часто отдают предпочтение именно улучшению качества жизни, например купированию приступов стенокардии, по сравнению с традиционными конечными точками, что особенно важно при наличии множественных сопутствующих заболеваний и полипрагматии. Пожилые пациенты часто рассматривают успешное старение как адаптивный процесс, который включает в себя оптимальное физическое и социальное функционирование [6]. Важно отметить, что у пациентов с умеренной или тяжелой ишемией миокарда состояние здоровья, связанное со стенокардией, значительно улучшилось при применении инвазивной стратегии.

Эти результаты были подтверждены в исследовании ORBITA-2 (A Placebo-Controlled Trial of Percutaneous Coronary Intervention for the Relief of Stable Angina), в частности показано значительное уменьшение симптомов стенокардии при инвазивном лечении даже у пациентов, получавших антиангинальную терапию, у которых были объективные признаки ишемии [34].

Выбор метода реваскуляризации, ЧКВ или АКШ, во многом зависит от предпочтений пациентов и может существенно различаться в зависимости от возраста. Так, в одном исследовании пациенты в возрасте от 75 лет оценили профилактику инсульта и инфаркта мио-

карда больше, чем увеличение продолжительности жизни, по сравнению с более молодыми пациентами.

Современные рекомендации предлагают рекомендации 1-го класса по аортокоронарному шунтированию при стабильной ишемии, вызванной поражением ствола левой коронарной артерии, или при многососудистом поражении коронарных артерий и тяжелой дисфункции левого желудочка [35]. Однако для пожилых пациентов с более короткой ожидаемой продолжительностью жизни или множественными хроническими заболеваниями, приводящими к более высокому периоперационному риску, ЧКВ является разумной альтернативой, по данным современной литературы [36].

ЧКВ у пожилых пациентов при остром коронарном синдроме

Более 1/3 пациентов, госпитализированных по поводу инфаркта миокарда (ИМ), находятся в возрасте 75 лет, а на долю пациентов старше 75 лет приходится более 50% случаев смерти, связанной с ИМ [37]. Этот повышенный риск смертности, вероятно, обусловлен сочетанием сопутствующей патологии и возрастной диастолической дисфункции, наличием ригидности коронарных артерий и повышенной постнагрузки на миокард. По данным литературы, пожилым пациентам с меньшей вероятностью будет рекомендована ранняя инвазивная стратегия из-за предполагаемого отсутствия пользы и повышенного риска осложнений. Однако пожилые пациенты часто получают большую абсолютную пользу от раннего инвазивного вмешательства при ОКС по сравнению с молодыми пациентами [38].

Частота эндоваскулярного лечения у пациентов с ИМ без подъема сегмента ST не превышает 15%, тем не менее исследование SENIOR-RITA, в которое включали пациентов старше 80 лет с гериатрическими синдромами (в том числе с когнитивными нарушениями), показало, что использование хирургического лечения снижает частоту повторного ОКС и госпитализации [39]. Метаанализ 6 клинических исследований также показал, что хирургическая тактика при ОКС снижает риск повторных госпитализаций и экстренных ЧКВ у пожилых пациентов [40]. За последние несколько десятилетий появляется все больше рандомизированных исследований, подтверж-

дающих необходимость рутинного применения стратегии ранней реваскуляризации у пожилых пациентов. Так, в проспективном рандомизированном исследовании The After Eighty study, в котором приняли участие пациенты в возрасте около 80 лет с ИМ с подъёмом сегмента ST (ИМпST) или с нестабильной стенокардией, продемонстрировано превосходство инвазивной стратегии над консервативной терапией [41].

Таким образом, по данным литературы, отмечается тенденция к увеличению частоты использования ЧКВ у пожилых пациентов.

Распространённым проявлением ИМ у пожилых пациентов является кардиогенный шок, он наблюдается более чем у 10% пациентов с ИМпST в возрасте 75 лет и старше [42]. В исследовании SHOCK (Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock) анализ подгруппы пациентов в возрасте 75 лет и старше не показал преимуществ ранней реваскуляризации, что с большей вероятностью было обусловлено малой выборкой пациентов. В регистр SHOCK была включена уже большая группа пациентов пожилого возраста, и продемонстрирована связь между ранней реваскуляризацией и более низкой смертностью [43]. Однако у пожилых пациентов было меньше шансов на раннюю реваскуляризацию и механическую поддержку кровообращения. Современный анализ лечения пожилых пациентов с ИМпST и кардиогенным шоком выявил снижение смертности благодаря увеличению числа процедур ЧКВ у пожилых пациентов. По данным литературы, пациенты пожилого возраста с множественными хроническими заболеваниями и кардиогенным шоком подвергаются более высокому риску процедурных осложнений [44]. При принятии решения об инвазивной терапии при кардиогенном шоке у пожилых пациентов соотношение риска и пользы зависит от наличия и выраженности таких факторов, как старческая астения и когнитивные нарушения.

Использование хронологического возраста как фактора, оказывающего влияние на принятие решений о реваскуляризации коронарных артерий, вполне оправданно и распространено в клинической практике [1]. Однако, по данным литературы, хронологический возраст не должен являться абсолютным ограничением для проведения коронарной реваскуляризации. Так, в исследовании A.R. Olenski et al. [45]

среди пациентов с ИМ, которые были госпитализированы через две недели после своего 80-летия, вероятность проведения операции аортокоронарного шунтирования была ниже, чем у тех, кто был госпитализирован в течение первых двух недель после 80-летия, несмотря на схожие профили риска у этих пациентов. Хотя возраст, безусловно, является независимым фактором риска смертности, а также развития процедурных осложнений, учитывать возраст необходимо наряду с другими сопутствующими заболеваниями и гериатрическими факторами, такими как старческая астения и предпочтения пациента, для принятия решений, ориентированных на пациента.

Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациентов пожилого возраста

Несмотря на то что эффективность ранней реваскуляризации у пожилых людей может быть различной, эффективность транскатетерного протезирования аортального клапана у пожилых пациентов, даже имеющих повышенный операционный риск, остаётся неизменной [46]. Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) произвела революцию в лечении аортального стеноза (АС) у пожилых людей. В исследованиях, продемонстрировавших клиническую пользу ТИАК, участвовали преимущественно пожилые пациенты, средний возраст которых составлял около 80 лет [47]. В этих и последующих рандомизированных исследованиях пожилой возраст не был фактором риска увеличения краткосрочной летальности после ТИАК [48]. Был отмечен «эффект здорового долгожителя», при котором у пациентов пожилого и старческого возраста, перенесших ТИАК, частота многих сопутствующих заболеваний была ниже, чем у более молодых пациентов, что, предположительно, может компенсировать ожидаемое возрастное увеличение числа неблагоприятных явлений во время ТИАК. Свою роль могла сыграть также предвзятость при отборе больных в исследования, в результате чего пожилые пациенты с множественными тяжёлыми хроническими заболеваниями не включались в программу ТИАК. Хотя результаты противоречивы, в нескольких наблюдательных исследованиях продемонстрированы более высокие показатели смертности, инсульта, потребности в установке кардиостимулятора и частоты развития выраженных

кровотечений у пожилых пациентов при выполнении ТИАК [49].

Современные рекомендации решительно отдают преимущество выполнению ТИАК по сравнению с хирургической заменой аортального клапана у пожилых пациентов с АС. Так, Европейские рекомендации 2021 г. по выполнению ТИАК у пациентов в возрасте 75 лет и старше предлагают рекомендации класса 1А, а Американский колледж кардиологов и Американская ассоциация сердца также рекомендуют ТИАК для пациентов старше 80 лет [50]. Для пациентов в возрасте от 65 до 80 лет Американский колледж кардиологов и Американская ассоциация сердца рекомендуют выполнение ТИАК или хирургическую замену аортального клапана. Решение должно приниматься индивидуально, с учётом таких факторов, как артериальный доступ, сопутствующие заболевания, риск хирургического вмешательства и предпочтения пациента.

Цели лечения пожилых пациентов, которым планируется проведение ТИАК, могут отличаться от целей лечения более молодых пациентов, при этом основным оцениваемым фактором, влияющим на принятие решения об операции, должно быть качество жизни пациента после вмешательства и сохранение его функциональной независимости [6, 51]. Поскольку сопутствующие заболевания и наличие и выраженность исходной старческой астении могут препятствовать устранению симптомов после ТИАК, первостепенное значение имеет отбор пожилых пациентов с АС, которые с большой вероятностью должны получить пользу от вмешательства. Факторы риска, в том числе старческая астения, когнитивные нарушения, недостаточное питание и саркопения, которые часто не учитываются при стандартном расчёте рисков, существенно повышают вероятность успеха или безрезультативности процедуры ТИАК у пациентов пожилого и старческого возраста [12, 52]. Всестороннее гериатрическое обследование пожилых пациентов с АС в процессе подготовки к проведению ТИАК необходимо для выявления и оценки этих факторов риска, чтобы помочь определить возможные ожидаемые результаты от эндоваскулярного вмешательства для кардиологической бригады, пациента и его семьи.

Распространённость и тяжесть кальцификации клапанов и выводящих путей левого же-

лудочка увеличивается у пожилых пациентов и значительно повышает риск разрыва кольца аортального клапана во время ТИАК, что определяет предпочтительный выбор для имплантации саморасширяющихся клапанов. Хотя такой подход часто приводит к увеличению частоты парапротезных протечек и частоты нарушений проводимости, требующих имплантации кардиостимулятора, этот компромисс может быть вполне приемлемым для пожилых пациентов [53].

Необходимо учитывать, что возможность повторного доступа или первичного вмешательства на коронарных артериях для выполнения ЧКВ после ТИАК ниже у пациентов пожилого возраста при применении саморасширяющихся клапанов по сравнению с баллонорасширяемыми. Однако из-за более короткой продолжительности жизни вероятность проведения ЧКВ в будущем у пожилых пациентов после ТИАК может быть ниже [54].

Вообще, ишемическая болезнь сердца встречается почти у половины пациентов с АС, но на данный момент существует клиническая неопределённость в отношении необходимости выполнения рутинной коронарографии перед ТИАК и необходимости проведения ЧКВ при бессимптомном течении ИБС у пожилых пациентов [55]. Так, метаанализ не выявил клинических проявлений ишемической болезни сердца у таких пациентов, и в настоящее время проводятся дополнительные исследования [56].

P. Génereux et al. [48, 57] представили концепцию, согласно которой прогрессирующее «повреждение сердца», вовлекающее структуры, отличные от аортального клапана, развивается в результате гемодинамических нагрузок, вызванных АС, а у пациентов пожилого возраста, со старческой астенией наблюдаются более поздние стадии «повреждения сердца». Кроме того, распространённость поражений нескольких клапанов сердца, особенно часто сочетания АС и митральной регургитации, увеличивается с возрастом и связана с худшими исходами при выполнении ТИАК.

Таким образом, пожилые пациенты с АС и старческой астенией представляют группу высокого риска развития неблагоприятных исходов при наличии и прогрессировании коронарного атеросклероза.

При нейровизуализации у большинства пациентов после ТИАК наблюдаются новые оча-

ги немых церебральных инфарктов, которые связаны с повышенным риском снижения когнитивных способностей и прогрессирования деменции. Старение само по себе связано с поражением мелких сосудов, приводящим к потере «когнитивного резерва». В некоторых пилотных исследованиях использование защиты от церебральной эмболии во время ТИАК обеспечивало уменьшение объёма поражения головного мозга [58]. И хотя в крупнейшем рандомизированном исследовании M. Alkhouli et al. [59] рутинная защита от эмболии не привела к снижению частоты инсультов, транзиторных ишемических атак, делирия или смерти, польза защиты головного мозга для сохранения когнитивных функций заслуживает дальнейшего изучения.

Эндоваскулярное лечение заболеваний артерий нижних конечностей у пожилых пациентов

Распространённость ЗАНК среди пожилых людей высока. Так, у пациентов в возрасте 80 лет эти заболевания были выявлены в 25% случаев [60]. Ведение ЗАНК у пожилых пациентов сопряжено с такими проблемами, как более низкие показатели отказа от курения, недостаточное использование и/или неадекватная терапия статинами, а также ограниченная способность к физическим нагрузкам, обычной ходьбе из-за неустойчивости походки, когнитивных нарушений, старческой астении и остеоартрита. Вмешательства на артериях нижних конечностей у пожилых пациентов связаны с более высокой частотой осложнений. Так, в одном из исследований у пожилых пациентов, перенесших операции на периферических артериях, было больше больших сердечно-сосудистых осложнений (11,1% против 1,8%; $p < 0,001$), осложнений в месте доступа (12,5% против 4,9%; $p < 0,009$), кровотечений в месте доступа (12,5% против 2,2%; $p < 0,001$) по сравнению с более молодыми пациентами [61].

Хотя оперативное лечение часто необходимо пациентам с хронической ишемией, угрожающей потерей конечности, для снижения риска ампутации следует тщательно продумать общие цели лечения пожилых больных. Используя данные регистра Vascular Quality Initiative, T.I. Kim et al. [62] изучили результаты лечения пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечности, которым

проводилась эндоваскулярная реваскуляризация артерий нижних конечностей. Периоперационная летальность и смертность в течение 1 года были самыми высокими среди пожилых пациентов, перенесших реваскуляризацию артерий нижних конечностей. Интересно, что после многофакторной коррекции в группе пожилых был снижен риск ампутации основной конечности по сравнению с пациентами в возрасте от 51 года до 84 лет (ОШ 0,61; 95% ДИ 0,51–0,73). Хотя у пожилых пациентов могут быть сопутствующие заболевания, которые обуславливают более высокий риск при возникновении осложнений, тем не менее важно рассмотреть возможность реваскуляризации артерий нижних конечностей у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечности, для сохранения конечности и улучшения общего качества жизни. При рассмотрении вопроса о выполнении эндоваскулярного вмешательства по поводу перемежающейся хромоты у пожилых пациентов, при отсутствии выраженной боли, ограниченный по качеству жизни или при возможности проведения амбулаторного лечения, следует в первую очередь рассмотреть возможность проведения консервативного лечения, физических упражнений и назначения медикаментозной терапии до рассмотрения вопроса о хирургическом вмешательстве [1].

Эндоваскулярное лечение при стенозе сонных артерий у пожилых пациентов

Распространённость бессимптомных и симптомных стенозов сонных артерий увеличивается с возрастом, причём наиболее высокие показатели наблюдаются у мужчин. Так, в метаанализе среди пациентов с бессимптомным стенозом сонных артерий распространённость умеренного стеноза среди лиц моложе 70 лет составила 4,8% у мужчин и 2,2% у женщин. Среди лиц старше 70 лет распространённость этого заболевания возрастала до 12,5% у мужчин и 6,9% у женщин [1]. При анализе результатов выполнения каротидной эндартерэктомии у пожилых пациентов из регистра Национального центра сердечно-сосудистых исследований (National Cardiovascular Data) частота неблагоприятных осложнений на госпитальном этапе лечения (ИМ, инсульт и смерть в стационаре) была самой высокой у пациентов старше 85 лет [63]. Кроме того, эндартерэктомия при бессимптомных стенозах

внутренней сонной артерии более часто выполнялась пожилым пациентам, что указывает на необходимость более разумного подхода к реваскуляризации сонных артерий у больных этого возраста.

P.T. Chiam et al. [64] провели анализ группы пациентов старческого возраста (80 лет и старше) с симптомным (более 50%) или бессимптомным (более 70%) стенозом сонных артерий. В течение 1 года был зафиксирован 1 инсульт с летальным исходом, общая выживаемость составила 97%, при этом 85% пациентов прожили более 2 лет. Предикторами смертности в этом исследовании были перенесённый ранее инсульт или транзиторная ишемическая атака, курение и снижение клиренса креатинина.

Заключение

Учитывая, что население планеты продолжает стареть, интервенционная хирургия должна будет развиваться в соответствии с потребностями пожилых пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Пожилые пациенты, как правило, предпочитают вмешательства, которые позволяют им быстро восстановиться, сократить продолжительность пребывания в стационаре и улучшить качество жизни. Будущие исследования должны быть направлены на оптимизацию этих приоритетов.

Для более раннего и менее инвазивного выявления заболеваний, раннего определения показаний для малоинвазивных эндоваскулярных вмешательств у пациентов пожилого возраста может быть использован искусственный интеллект. Например, данные о состоянии здоровья от носимых устройств, фиксирующих различные параметры, оцениваются на предмет их взаимосвязи со старческой астенией у пожилого населения. Так, последовательная нейронная сеть была обучена выявлять пациентов со сниженной фракцией выброса только на основании электрокардиографических данных с чувствительностью и специфичностью 93 и 86,3% соответственно [65]. Ранняя диагностика дисфункции левого желудочка может способствовать раннему началу целенаправленной медикаментозной терапии, что приведёт к улучшению состояния здоровья и выживаемости пожилого населения.

Ключевое значение для решения приоритетных задач лечения пожилых пациентов при

рассмотрении вопроса о проведении транскатетерных вмешательств будет иметь необходимость разработки специализированных методов оказания помощи, которые обеспечат пожилым пациентам быструю своевременную мобилизацию и выписку из стационара, позволят предотвратить повторную госпитализацию.

По мере разработки и внедрения новых кардиологических диагностических устройств, методов и методик интервенционных вмешательств разработчики должны стремиться учитывать те конечные показатели, которые важны для популяции пациентов, проходящих лечение, такие как качество жизни и другие факторы, ориентированные именно на пожилого пациента.

Эти данные помогут лечащим врачам должным образом консультировать своих пациентов в рамках совместного процесса принятия решений о стратегии и тактике интервенционного лечения пожилых пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Ведение пожилых пациентов с ССЗ, направляемых на транскатетерные вмешательства, представляет собой сложную клиническую задачу из-за их уникального профиля риска, характеризующегося высокой распространённостью множественных сопутствующих заболеваний, старческой астении, когнитивных нарушений и др. Кроме того, цели лечения пожилых пациентов, особенности ухода часто значительно отличаются от таковых у более молодых пациентов, с явным приоритетом качества жизни пожилых пациентов после вмешательства, ранней активизации и сохранения полной физической активности.

Понимание процесса старения и разницы между хронологическим и биологическим возрастом, а также знакомство с современными инструментами оценки рисков и схемами совместного принятия решений при выборе стратегии и тактики лечения пожилого пациента имеют решающее значение для обеспечения оптимальной медицинской помощи этой группе населения.

Литература/References

1. Damluji A.A., Nanna M.G., Rymer J., Kochar A., Lowenstein A., Baron S.J. et al. Chronological vs biological age in interventional cardiology: a comprehensive approach to care for older adults: JACC family series. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (8): 961–978. DOI: 10.1016/j.jcin.2024.01.284

2. Ткачева О.Н., Котовская Ю.В., Рунихина Н.К., Фролова Е.В., Наумов А.В., Воробьева Н.М. и др. Клинические рекомендации «Старческая астения». *Российский журнал гериатрической медицины*. 2020; 1: 11–46. DOI: 10.37586/2686-8636-1-2020-11-46
3. Tkacheva O.N., Kotovskaya Yu.V., Runikhina N.K., Frolova E.V., Naumov A.V., Vorobyeva N.M. et al. Clinical guidelines on frailty. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2020; 1: 11–46 (in Russ.). DOI: 10.37586/2686-8636-1-2020-11-46
4. Damluji A.A., Forman D.E., Wang T.Y., Chikwe J., Kunadian V., Rich M.W. et al.; American Heart Association Cardiovascular Disease in Older Populations Committee of the Council on Clinical Cardiology and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; and Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health. Management of acute coronary syndrome in the older adult population: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2023; 147 (3): e32–e62. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001112
5. Forman D.E., Kuchel G.A., Newman J.C., Kirkland J.L., Volpi E., Taffet G.E. et al. Impact of geroscience on therapeutic strategies for older adults with cardiovascular disease: JACC scientific statement. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 82 (7): 631–647. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.05.038
6. Nanna M.G., Sutton N.R., Kochar A., Rymer J.A., Lowenstein A.M., Gackebach G. et al. Assessment and management of older adults undergoing PCI, Part 1: a JACC: Advances Expert Panel. *JACC Adv.* 2023; 2 (4): 100389. DOI: 10.1016/j.jaccadv.2023.100389
7. Kalra K., Moumneh M.B., Nanna M.G., Damluji A.A. Beyond MACE: a multidimensional approach to outcomes in clinical trials for older adults with stable ischemic heart disease. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1276370. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1276370
8. Ijaz N., Buta B., Xue Q.L., Mohess D.T., Bushan A., Tran H. et al. Interventions for frailty among older adults with cardiovascular disease: JACC state-of-the-art Review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (5): 482–503. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.11.029
9. He N., Zhang Y., Zhang L., Zhang S., Ye H. Relationship between sarcopenia and cardiovascular diseases in the elderly: an overview. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 743710. DOI: 10.3389/fcvm.2021.743710
10. Drudi L.M., Ades M., Landry T., Gill H.L., Grenon S.M., Steinmetz O.K., Afilalo J. Scoping review of frailty in vascular surgery. *J. Vasc. Surg.* 2019; 69 (6): 1989–1998. e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.10.053
11. Koh B.J., Lee Q., Wee I.J., Syn N., Lee K.S., Ng J.J. et al. Frailty scoring in vascular and endovascular surgery: a systematic review. *Vasc. Med.* 2022; 27 (3): 302–307. DOI: 10.1177/1358863X221093400
12. Solomon J., Moss E., Morin J.F., Langlois Y., Cecere R., de Varennes B. et al. The essential frailty toolset in older adults undergoing coronary artery bypass surgery. *J. Am. Heart Assoc.* 2021; 10 (15): e020219. DOI: 10.1161/JAHA.120.020219
13. Afilalo J., Lauck S., Kim D.H., Lefèvre T., Piazza N., Lachapelle K. et al. Frailty in older adults undergoing aortic valve replacement: the FRAILTY-AVR study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70 (6): 689–700. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.06.024
14. Шарашкина Н.В., Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., Арефьева М.С., Ерусланова К.А., Остапенко В.С., Котовская Ю.В. Комплексная гериатрическая оценка – основной инструмент работы врача-гериатра. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2022; 4: 210–227. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2022-210-227
15. Sharashkina N.V., Tkacheva O.N., Runikhina N.K., Arefieva M.S., Eruslanova K.A., Ostapenko V.S., Kotovskaya Yu.V. Comprehensive geriatric assessment – the main tool for the work of a geriatrician. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2022; 4: 210–227 (in Russ.). DOI: 10.37586/2686-8636-4-2022-210-227
16. Shah S.K., Jin G., Reich A.J., Gupta A., Belkin M., Weissman J.S. Dementia is associated with increased mortality and poor patient-centered outcomes after vascular surgery. *J. Vasc. Surg.* 2020; 71 (5): 1685–1690.e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.07.087
17. Kuruppu S., Ghani M., Pritchard M., Harris M., Weerakkody R., Stewart R., Perera G. A prospective investigation of depression and adverse outcomes in patients undergoing vascular surgical interventions: a retrospective cohort study using a large mental health database in South London. *Eur. Psychiatry*. 2021; 64 (1): e13. DOI: 10.1192/j.eurpsy.2021.2
18. Van Nieuwkerk A.C., Delewi R., Wolters F.J., Muller M., Daemen M., Biessels G.J.; Heart-Brain Connection Consortium. Cognitive impairment in patients with cardiac disease: implications for clinical practice. *Stroke*. 2023; 54 (8): 2181–2191. DOI: 10.1161/STROKEAHA.123.040499
19. Ткачева О.Н., Тутельян В.А., Шестопалов А.Е., Котовская Ю.В., Стародубова А.В., Погожева А.В. и др. Недостаточность питания (мальнутриция) у пациентов пожилого и старческого возраста. Клинические рекомендации. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2021; 1: 15–34. DOI: 10.37586/2686-8636-1-2021-15-34
20. Tkacheva O.N., Tutelyan V.A., Shestopalov A.E., Kotovskaya Yu.V., Starodubova A.V., Pogozheva A.V. et al. Nutritional insufficiency (malnutrition) in older adults. Clinical recommendations. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021; 1: 15–34 (in Russ.). DOI: 10.37586/2686-8636-1-2021-15-34
21. Banning L.B.D., Ter Beek L., El Moumni M., Visser L., Zeebregts C.J., Jager-Wittenaar H., Pol R.A. Vascular surgery patients at risk for malnutrition are at an increased risk of developing postoperative complications. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 64: 213–220. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.10.037
22. Kassir M.T., Owen R.M., Perez S.D., Leeds I., Cox J.C., Schnier K. et al. Risk factors for 30-day hospital readmission among general surgery patients. *J. Am. Coll. Surg.* 2012; 215 (3): 322–330. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.05.024
23. Ferreira D., Hardy J., Meere W., Butel-Simoes L., McGee M., Whitehead N. et al. Safety and care of no fasting prior to catheterization laboratory procedures: a non-inferiority randomized control trial protocol (SCOFF trial). *Eur. Heart J. Open*. 2023; 3 (6): oead111. DOI: 10.1093/ehjopen/oead111
24. Dağlı M., Gül E.B., Yiğit G., Gevrek M., Yılmaz M., Özen S. et al. Sarcopenia is a possible risk factor for amputation after peripheral arterial interventions. *Vascular*. 2024; 17085381241255259. DOI: 10.1177/17085381241255259
25. Breen K., Finnegan L., Vuckovic K., Fink A., Rosamond W., DeVon H.A. Multimorbidity in patients with acute coronary syndrome is associated with greater mortality, higher readmission rates, and increased length of stay: a systematic review. *J. Cardiovasc. Nurs.* 2020; 35 (6): E99–E110. DOI: 10.1097/JCN.0000000000000748

23. Kanwar A., Roger V.L., Lennon R.J., Gharacholou S.M., Singh M. Poor quality of life in patients with and without frailty: co-prevalence and prognostic implications in patients undergoing percutaneous coronary interventions and cardiac catheterization. *Eur. Heart J. Qual. Care Clin. Outcomes.* 2021; 7 (6): 591–600. DOI: 10.1093/ehjqcco/qcaa065
24. Park D.Y., Hu J.R., Alexander K.P., Nanna M.G. Readmission and adverse outcomes after percutaneous coronary intervention in patients with dementia. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2023; 71 (4): 1034–1046. DOI: 10.1111/jgs.18120
25. Damluji A.A., Rodriguez G., Noel T., Davis L., Dahya V., Tehrani B. et al. Sarcopenia and health-related quality of life in older adults after transcatheter aortic valve replacement. *Am. Heart J.* 2020; 224: 171–181. DOI: 10.1016/j.ahj.2020.03.021
26. Damluji A.A., Tehrani B., Sinha S.S., Samsky M.D., Henry T.D., Thiele H. et al. Position statement on vascular access safety for percutaneous devices in AMI complicated by cardiogenic shock. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (20): 2003–2019. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.08.041
27. Amin A.P., Rao S.V., Seto A.H., Thangam M., Bach R.G., Pancholy S. et al. Transradial access for high-risk percutaneous coronary intervention: implications of the risk-treatment paradox. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (7): e009328. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009328
28. Nanna M.G., Peterson E.D., Wu A., Harding T., Galanos A.N., Wruck L., Alexander K.P. Age, knowledge, preferences, and risk tolerance for invasive cardiac care. *Am. Heart J.* 2020; 219: 99–108. DOI: 10.1016/j.ahj.2019.09.008
29. Damluji A.A., Chung S.E., Xue Q.L., Hasan R.K., Moscucci M., Forman D.E. et al. Frailty and cardiovascular outcomes in the National Health and Aging Trends Study. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (37): 3856–3865. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab468
30. Castro-Dominguez Y.S., Wang Y., Minges K.E., McNamara R.L., Spertus J.A., Dehmer G.J. et al. Predicting in-hospital mortality in patients undergoing percutaneous coronary intervention. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 78 (3): 216–229. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.04.067
31. Nanna M.G., Wang S.Y., Damluji A.A. Management of stable angina in the older adult population. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (4): e012438. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012438
32. Pfisterer M., Buser P., Osswald S., Allemann U., Amann W., Angehrn W. et al.; Trial of Invasive versus Medical therapy in Elderly patients (TIME) Investigators. Outcome of elderly patients with chronic symptomatic coronary artery disease with an invasive vs optimized medical treatment strategy: one-year results of the randomized TIME trial. *JAMA.* 2003; 289 (9): 1117–1123. DOI: 10.1001/jama.289.9.1117
33. Nguyen D.D., Spertus J.A., Alexander K.P., Newman J.D., Dodson J.A., Jones P.G. et al.; ISCHEMIA Research Group. Health status and clinical outcomes in older adults with chronic coronary disease: the ISCHEMIA trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 81 (17): 1697–1709. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.02.048
34. Rajkumar C.A., Foley M.J., Ahmed-Jushuf F., Nowbar A.N., Simader F.A., Davies J.R. et al. ORBITA-2 Investigators. A placebo-controlled trial of percutaneous coronary intervention for stable angina. *N. Engl. J. Med.* 2023; 389 (25): 2319–2330. DOI: 10.1056/NEJMoa2310610
35. Writing Committee Members; Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (2): e21–e129. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006
36. Kochar A., Deo S.V., Charest B., Peterman-Rocha F., Elgudin Y., Chu D. et al. Preoperative frailty and adverse outcomes following coronary artery bypass grafting surgery in US veterans. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2023; 71 (9): 2736–2747. DOI: 10.1111/jgs.18390
37. Dodson J.A., Geda M., Krumholz H.M., Lorenze N., Murphy T.E., Allore H.G. et al. Design and rationale of the comprehensive evaluation of risk factors in older patients with AMI (SILVER-AMI) study. *BMC Health. Serv. Res.* 2014; 14: 506. DOI: 10.1186/s12913-014-0506-4
38. Dai X., Busby-Whitehead J., Alexander K.P. Acute coronary syndrome in the older adults. *J. Geriatr. Cardiol.* 2016; 13 (2): 101–108. DOI: 10.11909/j.issn.1671-5411.2016.02.012
39. Kunadian V., Mossop H., Shields C., Bardgett M., Watts P., Teare M.D. et al.; British Heart Foundation SENIOR-RITA Trial Team and Investigators. Invasive treatment strategy for older patients with myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 2024; 391 (18): 1673–1684. DOI: 10.1056/NEJMoa2407791
40. Kotanidis C.P., Mills G.B., Bendz B., Berg E.S., Hildick-Smith D., Hirlekar G. et al. Invasive vs. conservative management of older patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: individual patient data meta-analysis. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (23): 2052–2062. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae151
41. Tegn N., Abdelnoor M., Aaberge L., Endresen K., Smith P., Aakhus S. et al.; After Eighty study investigators. Invasive versus conservative strategy in patients aged 80 years or older with non-ST-elevation myocardial infarction or unstable angina pectoris (After Eighty study): an open-label randomised controlled trial. *Lancet.* 2016; 387 (10023): 1057–1065. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01166-6
42. Navarese E.P., Rao S.V., Krucoff M.W. Age, STEMI, and cardiogenic shock: never too old for PCI? *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019; 73 (15): 1901–1904. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.12.088
43. Dzavik V., Sleeper L.A., Cocke T.P., Moscucci M., Saucedo J., Hosat S. et al.; SHOCK investigators. Early revascularization is associated with improved survival in elderly patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: a report from the SHOCK Trial Registry. *Eur. Heart J.* 2003; 24 (9): 828–837. DOI: 10.1016/s0195-668x(02)00844-8
44. Zeymer U., Hochadel M., Karcher A.K., Thiele H., Darius H., Behrens S. et al. ALKK Study Group. Procedural success rates and mortality in elderly patients with percutaneous coronary intervention for cardiogenic shock. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (18): 1853–1859. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.04.027
45. Olenski A.R., Zimmerman A., Coussens S., Jena A.B. Behavioral heuristics in coronary-artery bypass graft surgery. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382 (8): 778–779. DOI: 10.1056/NEJMc1911289
46. UK TAVI Trial Investigators; Toff W.D., Hildick-Smith D., Kovac J., Mullen M.J., Wendler O., Mansouri A. et al. Effect of transcatheter aortic valve implantation vs surgical aortic valve replacement on all-cause mortality in patients with aortic stenosis: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2022; 327 (19): 1875–1887. DOI: 10.1001/jama.2022.5776
47. Khan S.U., Riaz H., Khan M.U., Zarak M.S., Khan M.Z., Khan M.S. et al. Meta-analysis of temporal and surgical

- risk dependent associations with outcomes after transcatheter versus surgical aortic valve implantation. *Am. J. Cardiol.* 2019; 124 (10): 1608–1614. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.07.066
48. G n reux P., Pibarot P., Redfors B., Mack M.J., Makkar R.R., Jaber W.A. et al. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur. Heart J.* 2017; 38 (45): 3351–3358. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx381
 49. Attinger-Toller A., Ferrari E., Tueller D., Templin C., Muller O., Nietlispach F. et al. Age-related outcomes after transcatheter aortic valve replacement: insights from the SwissTAVI Registry. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (9): 952–960. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.01.042
 50. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F., Milojevic M., Baldus S., Bauersachs J. et al.; ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: developed by the task force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed.)* 2022; 75 (6): 524. English, Spanish. DOI: 10.1016/j.rec.2022.05.006
 51. Kodali S.K., Velagapudi P., Hahn R.T., Abbott D., Leon M.B. Valvular heart disease in patients ≥ 80 years of age. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71 (18): 2058–2072. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.03.459
 52. Kim D.H., Afilalo J., Shi S.M., Popmaet J.J., Khabbaz K.R., Laham R.J. et al. Evaluation of changes in functional status in the year after aortic valve replacement. *JAMA Intern. Med.* 2019; 179 (3): 383–391. DOI: 10.1001/jamainternmed.2018.6738
 53. Okuno T., Asami M., Heg D., Lanz J., Praz F., Hagemeyer D. et al. Impact of left ventricular outflow tract calcification on procedural outcomes after transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (15): 1789–1799. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.04.015
 54. 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
 55. Tarantini G., Tang G., Nai Fovino L., Blackman D., Van Mieghem N.M., Kim W.K. et al. Management of coronary artery disease in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. A clinical consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions in collaboration with the ESC Working Group on Cardiovascular Surgery. *EuroIntervention.* 2023; 19 (1): 37–52. DOI: 10.4244/EIJ-D-22-00958
 56. Patterson T., Clayton T., Dodd M., Khawaja Z., Morrice M.C., Wilson K. et al.; ACTIVATION Trial Investigators. 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
 57. G n reux P., Pibarot P., Redfors B., Bax J.J., Zhao Y., Makkar R.R. et al. Evolution and prognostic impact of cardiac damage after aortic valve replacement. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 80 (8): 783–800. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.05.006
 58. Rod s-Cabau J., Kahlert P., Neumann F.J., Schymik G., Webb J.G., Amarenco P. et al. Feasibility and exploratory efficacy evaluation of the Embrella Embolic Deflector system for the prevention of cerebral emboli in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: the PROTAVI-C pilot study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7 (10): 1146–1155. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.04.019
 59. Alkhouli M., Alqahtani F., Harris A.H., Hohmann S.F., Rihal C.S. Early experience with cerebral embolic protection during transcatheter aortic valve replacement in the United States. *JAMA Intern. Med.* 2020; 180 (5): 783–784. DOI: 10.1001/jamainternmed.2019.6767
 60. Writing Group Members; Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S., Arnett D.K., Blaha M.J., Cushman M. et al.; American Heart Association Statistics Committee; Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation.* 2016; 133 (4): e38–360. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000350
 61. Dick P., Barth B., Mlekusch W., Sabeti S., Amighi J., Schlager O. et al. Complications after peripheral vascular interventions in octogenarians. *J. Endovasc. Ther.* 2008; 15 (4): 383–389. DOI: 10.1583/08-2459.1
 62. Kim T.I., Loh S., DeWan A., Murray M., Mojibian H., Mani A. et al. Major adverse limb events among patients with premature peripheral artery disease compared with those at the common age undergoing revascularization in the vascular quality initiative. *Ann. Vasc. Surg.* 2022; 87: 188–197. DOI: 10.1016/j.avsg.2022.07.007
 63. Rajamani K., Kennedy K.F., Ruggiero N.J., Rosenfield K., Spertus J., Chaturvedi S. Outcomes of carotid endarterectomy in the elderly: report from the National Cardiovascular Data Registry. *Stroke.* 2013; 44 (4): 1172–1174. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.000513
 64. Chiam P.T., Roubin G.S., Panagopoulos G., Iyer S.S., Green R.M., Brennan C., Vitek J.J. One-year clinical outcomes, midterm survival, and predictors of mortality after carotid stenting in elderly patients. *Circulation.* 2009; 119 (17): 2343–2348. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.805465
 65. Attia Z.I., Kapa S., Lopez-Jimenez F., McKie P.M., Ladewig D.J., Satam G. et al. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nat. Med.* 2019; 25 (1): 70–74. DOI: 10.1038/s41591-018-0240-2

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.126.52-053.9-089.819.5

Особенности транскатетерной имплантации аортального клапана у больных старческого возраста

С.В. Майнгарт^{1, 2✉}, К.А. Лашевич¹, П.А. Лазебный¹, А.Н. Федорченко^{1, 2}, В.А. Порханов^{1, 2}

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

² ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Российская Федерация

Майнгарт Сергей Владимирович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению¹, ассистент кафедры²; orcid.org/0000-0002-6749-5197, e-mail: maingart@mail.ru

Лашевич Кирилл Андреевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-0492-0739

Лазебный Павел Александрович, врач – анестезиолог-реаниматолог

Федорченко Алексей Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения¹, ассистент кафедры²; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Порханов Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, главный врач¹, заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии²; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Резюме

За последние два десятилетия стремительное развитие транскатетерной имплантации аортального клапана произвело революцию в лечении тяжелого аортального стеноза у людей старческого возраста. Широкий спектр сопутствующих заболеваний у этой категории пациентов представляет значительную проблему для клинической эффективности транскатетерной имплантации аортального клапана и долгосрочного прогноза после вмешательства. В статье обобщены клинические особенности современного применения транскатетерной имплантации аортального клапана у пациентов старческого возраста, а также выделены основные проблемы и вопросы, требующие дальнейшего рассмотрения.

Ключевые слова: аортальный стеноз, транскатетерная имплантация аортального клапана, старческий возраст

Для цитирования: Майнгарт С.В., Лашевич К.А., Лазебный П.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Особенности транскатетерной имплантации аортального клапана у больных старческого возраста. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 22–35 DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-22-35

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 20.01.2025
Принята к печати 27.02.2025

Features of transcatheter aortic valve implantation in senile patients

S.V. Mayngart^{1, 2✉}, K.A. Lashevich¹, P.A. Lazebnyy¹, A.N. Fedorchenko^{1, 2}, V.A. Porkhanov^{1, 2}

¹ Research Institute – Regional Clinic Hospital No. 1 named after Professor S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

✉ **Sergey V. Mayngart**, Endovascular Surgeon¹, Assistant Professor²; orcid.org/0000-0002-6749-5197, e-mail: maingart@mail.ru

Kirill A. Lashevich, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0492-0739

Pavel A. Lazebnyy, Anesthesiologist-resuscitator

Aleksey N. Fedorchenko, Dr. Med. Sci., Head of Endovascular Surgery Department¹, Assistant Professor²; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Vladimir A. Porkhanov, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Chief Physician¹, Chief of Chair of Oncology with a Course in Thoracic Surgery²; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Abstract

Over the past two decades, the rapid development of transcatheter aortic valve implantation has revolutionized the treatment of severe aortic stenosis in elderly people. A wide range of concomitant diseases in this category of patients presents a significant problem for the clinical effectiveness of transcatheter aortic valve implantation and long-term prognosis after surgery. This article summarizes a number of clinical features of the modern application of transcatheter aortic valve implantation in elderly patients, as well as highlights the main problems and issues that require further consideration.

Keywords: aortic stenosis, transcatheter aortic valve implantation, elderly people

For citation: Mayngart S.V., Lashevich K.A., Lazebnyy P.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Features of transcatheter aortic valve implantation in senile patients. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 22–35 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-22-35

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

Received January 20, 2025

Accepted February 27, 2025

Введение

Аортальный стеноз (АС) – одно из самых распространенных заболеваний клапанного аппарата сердца в популяции людей старческого возраста, которое характеризуется заметным увеличением распространенности с повышением возраста и ассоциируется со значительным ростом смертности [1, 2]. Общая частота встречаемости АС у людей старческого возраста составляет 12–13%, а тяжелого АС – от 2 до 4% [3]. Протезирование аортального клапана (АК) является наиболее эффективным методом лечения тяжелого АС, хотя риски, связанные с этой процедурой, также увеличиваются с возрастом. Среди пациентов старческого возраста с тяжелой формой АС около 40,5% не подвергаются хирургическому протезированию аортального клапана (ХПАК) из-за высокого риска развития жизнеугрожающих осложнений, преклонного возраста, сопутствующих заболеваний и предпочтений пациентов [3, 4]. С развитием технологий транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) стала эффективным методом лечения АС, доступным многим пациентам старческого возраста с высоким хирургическим риском ХПАК. По результатам нескольких важных рандомизированных контролируемых исследований, ТИАК не уступала и даже превосходила ХПАК по снижению смертности и уменьшению симптомов у пациентов старческого возраста с тяжелым АС [5, 6]. В клинических рекомендациях Европейского общества кардиологов 2021 г. по лечению тяжелого аортального стеноза ТИАК рекомендуется пациентам старческого возраста (>75 лет), пациентам с высоким хирургичес-

ким риском или не подходящим для ХПАК (класс IА) [7].

Несмотря на то что в обновленных рекомендациях ESC ТИАК представлена как основная стратегия лечения пациентов с АС в возрасте 75 лет и старше, ведение пациентов старческого возраста с АС и многочисленными сопутствующими заболеваниями остается серьезной проблемой. Исходы и безопасность ТИАК могут быть значительно улучшены благодаря тщательному анализу результатов мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и эхокардиографии (ЭхоКГ), адекватному предпроцедурному планированию и отбору пациентов, минимизации хирургического подхода, а также достаточному опыту кардиокоманды. Однако старческий возраст является важным фактором риска развития многочисленных заболеваний, поэтому пациенты с АС часто имеют сопутствующие заболевания, которые представляют серьезную проблему для клинической эффективности ТИАК и прогноза у таких больных. Эту проблему необходимо адекватно понимать и решать, чтобы не только продлить, но и улучшить качество жизни пациентов.

В данном обзоре обобщены некоторые клинические аспекты современного применения ТИАК у пациентов старческого возраста, выделены актуальные проблемы и вопросы, которые требуют дальнейшего рассмотрения: выбор сосудистого доступа, реваскуляризация миокарда при сопутствующем поражении коронарных артерий, послеоперационное ведение пациентов с имеющейся или вновь возникшей фибрилляцией предсердий, профилактика инсульта и нарушений проводимости сердца, необходимость вмешательства у паци-

ентов с аортальным стенозом и выраженной дисфункцией левого желудочка, а также профилактика острого повреждения почек, сосудистых осложнений и жизнеугрожающих кровотечений.

Сосудистый доступ

Трансфеморальный доступ является наиболее распространенным при транскатетерной имплантации аортального клапана и применим более чем у 95% пациентов старческого возраста [8]. Однако при планировании оперативного вмешательства и выполнении предоперационной МСКТ у данной популяции пациентов часто встречаются малый диаметр просвета артерий подвздошно-бедренного сегмента, массивная и циркулярная кальцифика-

ция, а также выраженная извитость этих артерий и даже нисходящей аорты (рис. 1). Все эти факторы повышают риск развития тяжелых осложнений в месте сосудистого доступа и могут сделать невозможным проведение вмешательства на клапане сердца.

В некоторых случаях требуются оперативные вмешательства на артериях подвздошно-бедренного сегмента для заведения интродьюсера и проведения системы доставки с клапаном. Иногда при таком вмешательстве можно ограничиться только баллонной ангиопластикой, без необходимости стентирования. Но стоит отметить, что агрессивные попытки заведения интродьюсера или клапана на системе доставки через стенозированные и кальцинированные артерии чреваты развитием та-

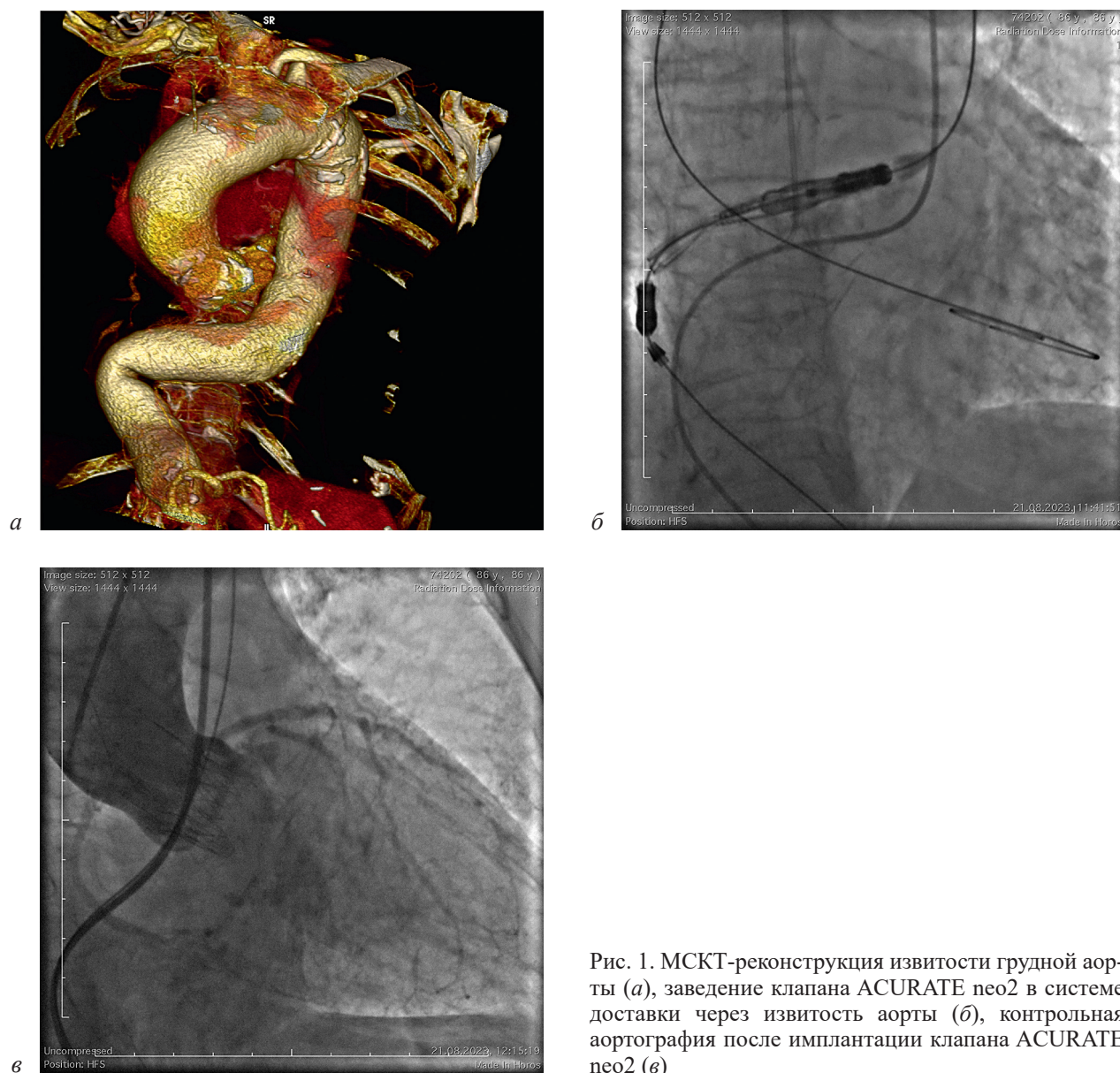


Рис. 1. МСКТ-реконструкция извитости грудной аорты (а), заведение клапана ACURATE neo2 в системе доставки через извитость аорты (б), контрольная аортография после имплантации клапана ACURATE neo2 (в)

ких грозных осложнений, как перфорация сосудистой стенки с развитием забрюшинной гематомы (рис. 2) и даже дислокацией клапана с системы доставки (рис. 3).

В связи с этим нужна тщательная предоперационная оценка безопасности использования трансфemorального доступа у каждого конкретного пациента, и при возникновении сомнений следует отдать предпочтение одному из альтернативных сосудистых доступов.

Подключичный/подмышечный доступ для ТИАК рассматривается как наименее инвазивный среди альтернативных доступов, поскольку при нем расстояние между местом доступа и АК минимальное, а кальцинированные атеросклеротические бляшки и извитость если и присутствуют, то не препятствуют проведению системы доставки и клапана [7]. В исследовании T.G. Gleason et al. 30-дневные и 1-летние результаты имплантации клапанов CoreValve с использованием подключичного/подмышечного доступа были сопоставимы с таковыми в группе трансфemorального доступа [9]. Использование подключичного/подмышечного доступа, как и трансфemorального, ограничено диаметром просвета сосуда (диаметр артерии менее 6 мм), выраженной кальцификацией и извитостью артерии. Кроме того, ангуляция аорты более 70% считается относительным противопоказанием к применению данного доступа [7, 9].

Для пациентов с выраженным стенотическим поражением, кальцификацией и извитостью артерий подвздошно-бедренного сегмента, брюшной аорты и брахиоцефальных артерий может быть рассмотрен трансаортальный доступ. Кроме того, при использовании данного доступа не имеет значение размер

интродьюсера. Многоцентровое проспективное исследование ROUTE продемонстрировало эффективность и безопасность применения трансаортального доступа для сердечных клапанов SAPIEN XT и SAPIEN-3 у пациентов старческого возраста с многочисленными сопутствующими патологиями [10]. Однако трансаортальный доступ более травматичен и требует общей анестезии и хирургических манипуляций на грудной клетке (торакотомия/стернотомия и т. д.), что ограничивает его применение у пациентов старческого возраста, имеющих заболевания легких и грудной аорты [7].

Транскаротидный доступ может быть использован у пациентов, имеющих противопоказания для торакотомии (различные деформации грудной клетки и т. д.). С. Chamandi et al. продемонстрировали, что транскаротидный доступ ассоциирован с меньшей частотой кровотечений, фибрилляции предсердий (ФП) и острой почечной недостаточности (ОПН) по сравнению с трансапикальным или трансаортальным доступом [11]. При этом наличие стенотического/окклюзионного поражения и выраженного кинкинга сонных артерий следует расценивать как ограничение для выбора данного доступа.

Трансапикальный доступ является наиболее инвазивным из альтернативных способов проведения ТИАК и обычно используется в ситуациях, когда вышеперечисленные подходы противопоказаны. Трансапикальный доступ требует прямого доступа к миокарду левого желудочка (ЛЖ), а более короткий путь способствует лучшему углу имплантации, обеспечивая больший контроль и точность для оператора. Из-за высокой хирурги-



Рис. 2. Попытки заведения интродьюсера Lotus 14 F, сопротивление в зоне правой НПА (а), разрыв правой ОБА с формированием массивной забрюшинной гематомы (б), баллонный гемостаз (в)

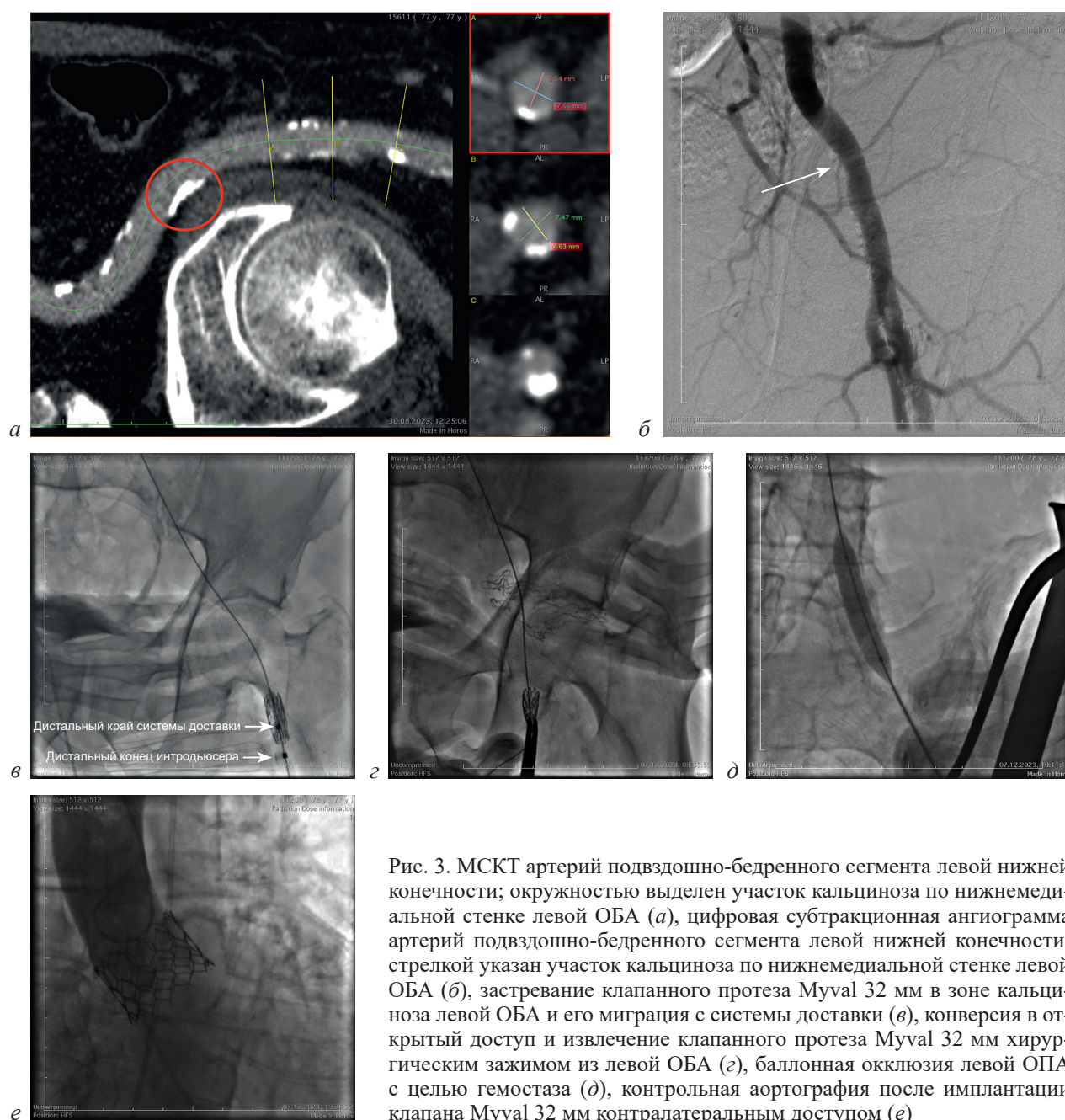


Рис. 3. МСКТ артерий подвздошно-бедренного сегмента левой нижней конечности; окружностью выделен участок кальциноза по нижнемедиальной стенке левой ОБА (а), цифровая субтракционная ангиограмма артерий подвздошно-бедренного сегмента левой нижней конечности; стрелкой указан участок кальциноза по нижнемедиальной стенке левой ОБА (б), застревание клапанного протеза Muval 32 мм в зоне кальциноза левой ОБА и его миграция с системы доставки (в), конверсия в открытый доступ и извлечение клапанного протеза Muval 32 мм хирургическим зажимом из левой ОБА (г), баллонная окклюзия левой ОПА с целью гемостаза (д), контрольная аортография после имплантации клапана Muval 32 мм контралатеральным доступом (е)

ческой инвазивности трансапикальный доступ связан с повышенным риском осложнений. Два исследования показали, что у пациентов старческого возраста, которым выполнялся трансапикальный доступ при ТИАК, были выше показатели краткосрочной и долгосрочной смертности и крупных кровотечений, дольше сроки пребывания в стационаре и медленнее проходило восстановление, несмотря на одинаковые показатели частоты инсульта в течение 30 дней [12, 13]. Однако наличие перенесенного инфаркта миокарда, тяжелых заболеваний легких и сниженная фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) у пациентов старческо-

го возраста делают трансапикальный доступ нецелесообразным [7].

Следует отметить, что выбор оптимального доступа требует глубоких знаний его характеристик и детальной предоперационной оценки анатомии аорты и артерий, которые могут быть использованы для доступа.

Реваскуляризация миокарда

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является распространенным сопутствующим заболеванием у пациентов с тяжелым АС, и обусловлено это тем, что оба заболевания имеют схожие факторы риска. Согласно статисти-

ческим данным, ИБС поражает более 50% пациентов с АС в возрасте старше 70 лет [14].

T.M. Dewey et al. продемонстрировали, что 30-дневная летальность после ТИАК у пациентов с сопутствующей ИБС была в 10,1 раза выше, чем у пациентов без ИБС [15]. G.G. Stefanini et al. использовали шкалу SYNTAX для оценки морфологической тяжести ИБС у пациентов старческого возраста, перенесших ТИАК. Авторы обнаружили, что пациенты с показателем SYNTAX >22 имели более высокий риск сердечно-сосудистой смерти, инсульта или инфаркта миокарда через 1 год после ТИАК, а тяжесть поражения коронарных артерий была связана с высоким риском и плохим клиническим исходом [16].

Повышенные показатели смертности у пациентов старческого возраста с тяжелым АС и поражением коронарных артерий, которым необходима ТИАК, могут быть уменьшены за счет реваскуляризации миокарда. Считается, что чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) более безопасно и целесообразно для пациентов старческого возраста, имеющих высокий хирургический риск. Стоит отметить, что у 25% пациентов, перенесших ТИАК, ЧКВ выполняется во время предоперационной подготовки или одномоментно с ТИАК. В проспективном исследовании SURTAVI сравнивалась первичная конечная точка (смерть от всех причин и инвалидизирующий инсульт в течение 2 лет) у пациентов старческого возраста с тяжелым АС и ИБС с SYNTAX ≤ 22 . Пациенты были разделены на две группы: ТИАК + ЧКВ и ХПАК + аортокоронарное шунтирование (АКШ). После рандомизации методов лечения между двумя группами пациентов не было выявлено существенной разницы в первичной конечной точке [17]. По результатам последующего метаанализа, 30-дневная свобода от осложнений и 2-летняя смертность также не имели существенных различий между двумя группами.

Важно отметить, что сроки проведения ЧКВ у пациентов старческого возраста, кандидатов на ТИАК, не имеют конкретных рекомендаций. Как показали T. Patterson и A.M. Altibi et al., выполнение ЧКВ перед ТИАК не имело корреляции со снижением частоты повторной госпитализации или однолетней выживаемости [18]. В другом исследовании было продемонстрировано, что проведение ЧКВ во время ТИАК позволило зна-

чительно снизить оценку тяжести поражения коронарных артерий по шкале SYNTAX. Однако важно заметить, что при этом наблюдалось значительное увеличение общей смертности через 3 года после ТИАК. Это может быть обусловлено высоким хирургическим риском и высокой степенью коморбидности пациентов в этом исследовании. С другой стороны, у пациентов, перенесших ЧКВ и ТИАК в рамках одной госпитализации, также наблюдалась более высокая внутрибольничная смертность и большее число осложнений. Крупный метаанализ продемонстрировал отсутствие дополнительных клинических преимуществ в отношении важных клинических исходов у пациентов старческого возраста при сравнении предварительного или комбинированного подходов проведения ЧКВ при ТИАК [19].

Необходимо отметить ещё один важный факт: в исследовании RE-ACCESS (Reobtain Coronary Ostia Cannulation Beyond Transcatheter Aortic Valve Stent) у 7,7% пациентов не удалось катетеризировать устье коронарной артерии для выполнения ЧКВ после ТИАК. Применение транскатетерного аортального клапана Evolut, высокие показатели отношения диаметра протеза клапана к диаметру синуса Вальсальвы, а также высокая имплантация клапана были независимыми предикторами неудачной катетеризации коронарной артерии после ТИАК [20]. Кроме того, кровотечения и сосудистые осложнения во время ТИАК значительно чаще возникают у пациентов, перенесших ЧКВ в предшествующие 30 дней. Также вероятность развития кровотечения в течение первых 30 дней после ТИАК была значительно выше у пациентов, перенесших ЧКВ накануне вмешательства на АК [18].

Таким образом, определение сроков реваскуляризации миокарда является важной проблемой у пациентов старческого возраста, которым требуется выполнение ТИАК. Поэтому необходимо проведение дополнительных рандомизированных исследований для более точного определения клинического подхода к реваскуляризации миокарда у данной категории пациентов.

Фибрилляция предсердий

Наиболее распространенным нарушением ритма у людей старческого возраста является ФП, которой страдают более 10% населения планеты в возрасте ≥ 80 лет. Показатели рас-

пространенности ФП и вновь возникшей ФП (ВВ ФП) у пожилых пациентов после ТИАК составляют приблизительно 14,4–40,7 и 7,2–16,1% соответственно [21, 22]. ВВ ФП связана с более высоким риском смертности, ОПН, кровотечений и инсульта в течение 30 дней, а также повторных госпитализаций по поводу декомпенсации хронической сердечной недостаточности [21]. Широкий спектр сопутствующих заболеваний у данной категории пациентов может объяснить такую высокую частоту этих событий.

Для снижения риска инсульта у пациентов с ФП, перенесших ТИАК, рекомендуется назначение антикоагулянтной терапии [6, 23]. Пациенты, начавшие антикоагулянтную терапию сразу после постановки диагноза ВВ ФП, имеют значительно меньший риск инсульта и системной тромбоэмболии в течение 30 дней после вмешательства, чем пациенты без терапии [23].

Преимущества пероральных антикоагулянтов (ПОАК) перед антагонистами витамина К (АВК) у пожилых пациентов с ФП широко документированы. Однако в популяции пациентов старческого возраста с ФП, перенесших ТИАК, современные исследования показали противоречивые результаты. В регистрах France-TAVI и FRANCE-2 среди 8960 пациентов, получавших антикоагулянтную терапию, 2180 (24,3%) получали ПОАК. После долгосрочного периода наблюдения смертность и частота крупных кровотечений были незначительно ниже у пациентов старческого возраста, принимавших ПОАК [24]. В исследовании ENVISAGE-TAVI AF получены сопоставимые результаты, согласно которым ПОАК (эдоксабан) не уступали АВК по совокупности основных сердечно-сосудистых событий. Однако частота желудочно-кишечных кровотечений на фоне эдоксабана была выше [25]. Наконец, недавний метаанализ также показал, что применение ПОАК сходно с лечением АВК в отношении снижения смертности от всех причин, инсульта и тяжелых и/или жизнеугрожающих кровотечений у пожилых пациентов, которым требовалась антикоагулянтная терапия после ТИАК [26]. Кроме того, возраст и сопутствующие заболевания являются предикторами смертности, инсульта и кровотечений со временем, поэтому их необходимо принимать во внимание при выборе оптимальной антикоагулянтной терапии [23].

Ещё одним инструментом снижения риска ишемического инсульта или системной тромбоэмболии при ТИАК является окклюзия ушка левого предсердия (ОУЛП). В недавнем исследовании было продемонстрировано, что одновременное проведение ТИАК и ОУЛП является возможной и безопасной комбинацией для пациентов с тяжелым АС и ФП, которые были признаны неподходящими для назначения антикоагулянтной терапии [27]. ОУЛП после ТИАК также может быть альтернативным вариантом у пациентов старческого возраста с противопоказаниями к антикоагулянтной терапии, высоким риском кровотечений или необходимостью двойной антитромбоцитарной терапии в связи с имплантацией коронарного стента.

Таким образом, антикоагулянтная терапия или ОУЛП у пациентов старческого возраста с ФП, перенесших ТИАК, являются обоснованными стратегиями. Однако для оптимизации антикоагулянтных схем и сроков проведения ОУЛП требуются дальнейшие исследования.

Инсульт

Одним из самых опасных осложнений ТИАК является инсульт, который напрямую связан с тяжелой инвалидизацией и высокой летальностью. В ключевых рандомизированных исследованиях эффективности и безопасности ТИАК было установлено, что частота инсульта или транзиторной ишемической атаки (ТИА) через 30 дней и 1 год после ТИАК составляет 0,6–6,7 и 2,2–10,4% соответственно [28, 29]. Большинство ранних инсультов происходит в первые 3 дня после ТИАК. Летальность в течение 30 дней у пациентов старческого возраста, перенесших инсульт после ТИАК, примерно в 6,1 раза выше, чем у пациентов без неврологических осложнений [30]. Ранний инсульт может быть вызван интраоперационной механической эмболией (например, атеросклеротическими или кальцифицированными фрагментами АК, стенки аорты или ЛЖ) (рис. 4), неадекватной антикоагулянтной терапией, ВВ ФП, ОПН, а также стойкой гипотонией, развившейся в результате сосудистых осложнений. Кроме острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), ТИАК ассоциирована с высокой частотой клинически бессимптомной церебральной эмболии, что подтверждает МРТ головного мозга,

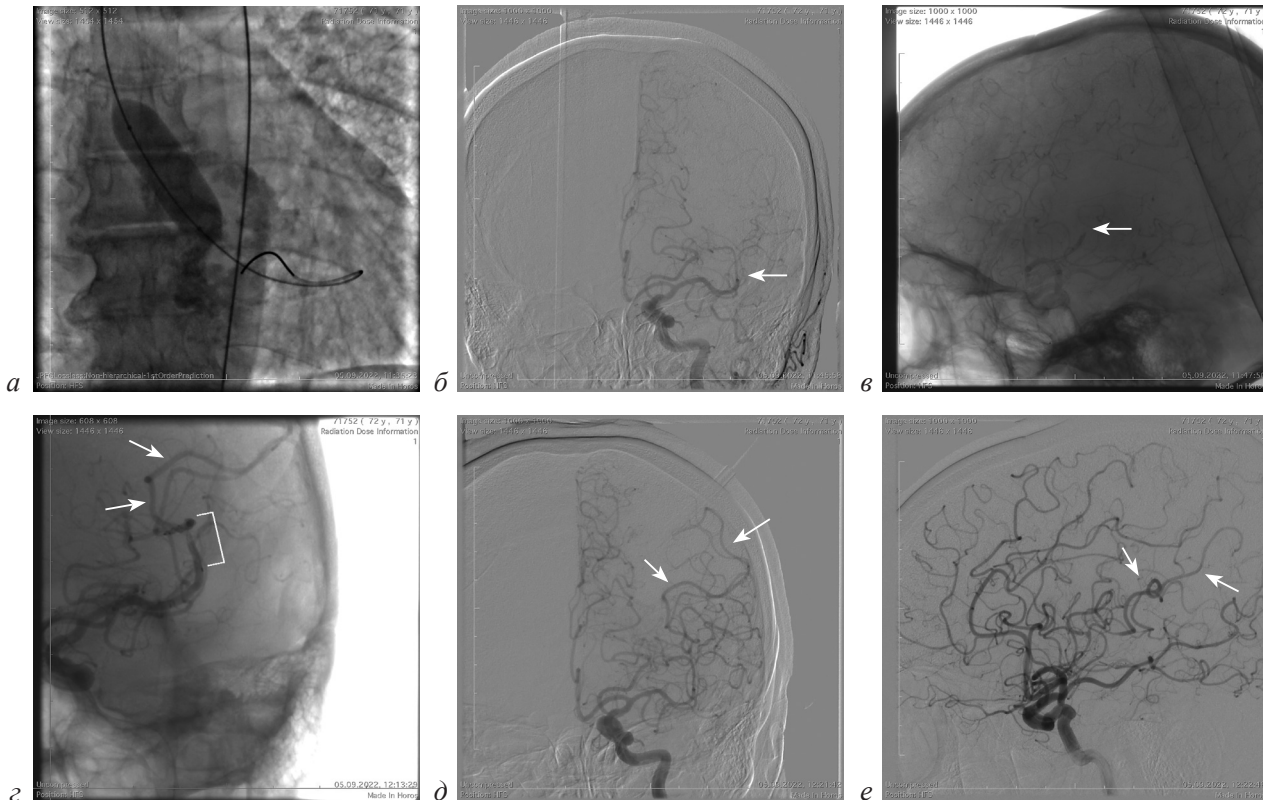


Рис. 4. Баллонная вальвулопластика АК (а), цифровая субтракционная ангиография левой СМА в прямой и боковой проекциях (стрелкой указана зона окклюзии на границе М2-М3 сегментов левой СМА) (б, в), цифровая субтракционная ангиография левой СМА в прямой проекции во время раскрытия стент-ретривера (скобкой указана зона раскрытия стент-ретривера, стрелками – дистальное русло левой СМА (эффект «временного шунта»)) (г), цифровая субтракционная ангиография левой СМА в прямой и боковой проекциях после тромбэктомии и восстановления антеградного кровотока (стрелками указано дистальное русло левой СМА) (д, е)

выполненная после вмешательства [31]. Эти субклинические явления могут быть связаны с прогрессирующим ухудшением когнитивных функций, приводящим к развитию деменции.

С целью профилактики ОНМК при ТИАК разработан целый ряд устройств защиты головного мозга от церебральной эмболии (устройства церебральной защиты – УЦЗ), которые уменьшают количество эмболических материалов, попадающих в мозговые артерии во время операции, тем самым снижая риск инсульта и степень повреждения нервной ткани [32]. Они делятся на две основные группы: устройства, отражающие эмболические частицы от ветви дуги аорты, и устройства, улавливающие их в брахиоцефальных артериях (полностью или частично) [32]. Применение УЦЗ в клинической практике является одной из самых актуальных современных тенденций в области ТИАК, её изучению посвящено большое количество исследований, однако их данные весьма неоднозначны. Так, в исследовании SENTINEL TCEP device оценивались

безопасность и эффективность системы защиты головного мозга SENTINEL у пациентов старческого возраста во время ТИАК [33]. Согласно данному исследованию, 30-дневная частота инсульта от любых причин и медиана общего объема новых поражений в защищаемой области существенно не снизились ($p > 0,05$), даже несмотря на то, что авторы обнаружили эмболические фрагменты в фильтре и подтвердили безопасность имплантации устройства у большинства пациентов [33]. Аналогичным образом клинические испытания REFLECT I (устройство TriguardTM HDH) и REFLECT II (устройство TriGUARD 3) соответствовали своим основным показателям безопасности, но не соответствовали показателям эффективности, включая смертность или частоту инсультов в течение 30 дней [32].

Безопасность применения УЦЗ не вызывает сомнений, однако нет четких доказательств, подтверждающих их эффективность в профилактике периперационного инсульта. Поэтому в будущем необходимо дальнейшее

совершенствование данных устройств и проведение дополнительных рандомизированных контролируемых исследований для подтверждения их терапевтического эффекта у пациентов старческого возраста при проведении ТИАК.

Нарушения проводимости

Имплантация транскатетерных протезов аортального клапана у пациентов старческого возраста часто сопровождается повреждением проводящей системы сердца, что приводит к развитию нарушений проводимости, которые оказывают пагубное влияние на сердечную функцию и прогноз пациентов. Стоит отметить, что высокая распространенность исходных нарушений проводимости у людей старческого возраста может частично объяснить такую высокую частоту возникновения более тяжелых нарушений после ТИАК. Атриовентрикулярная (АВ) блокада высокой степени (2 и 3 степени) и вновь возникшая блокада ветвей левой ножки пучка Гиса (БВЛНПГ) являются наиболее частыми нарушениями проводимости после ТИАК у пациентов старческого возраста. Частота возникновения новой БВЛНПГ продолжает меняться по мере модернизации сердечных протезов и совершенствования хирургической техники имплантации и варьирует от 6 до 77% [34]. Распространенность АВ-блокады высокой степени в течение 30 дней и 1 года у пациентов после ТИАК составляет около 5–10 и 10–15% соответственно [35]. В первую очередь такой разброс частоты связан с разной глубиной имплантации и механизмов имплантации разных моделей клапанов. Использование саморасширяющихся клапанов Evolute R и Evolute PRO сопровождалось более высокой частотой развития БВЛНПГ и имплантации постоянных электрокардиостимуляторов (ЭКС), чем баллонорасширяемых устройств SAPIEN 3 и SAPIEN 3 ULTRA. Большинство случаев вновь возникшей БВЛНПГ относится к раннему периоперационному периоду, примерно у половины этих пациентов она разрешилась до выписки, а у нескольких пациентов сохранялась в течение 30 дней и 1 года [36].

В двух метаанализах сообщается, что частота имплантации постоянных ЭКС в 2 раза выше при 1- и 2-летнем периоде наблюдения у пациентов с вновь возникшей БВЛНПГ после ТИАК [37, 38]. Важно отметить, что вновь возникшая БВЛНПГ существенно повышает

риск развития АВ-блокады высокой степени, которая и вызывает необходимость имплантации постоянного ЭКС после ТИАК [36].

Необходимо обратить внимание, что различия в частоте и результатах имплантации постоянного ЭКС у пациентов с вновь возникшей БВЛНПГ после ТИАК могут быть обусловлены отсутствием консенсуса и различными стратегиями клинического ведения в разных центрах. Кроме того, долгосрочные последствия и результаты лечения вновь возникшей БВЛНПГ широко обсуждаются и в различных исследованиях получены противоречивые данные относительно сердечно-сосудистой и общей смертности. Тем не менее как исследование PARTNER II, так и метаанализ этой проблемы показали, что вновь возникшая БВЛНПГ у пациентов старческого возраста ассоциируется с увеличением смертности по всем причинам, повышением сердечно-сосудистой смертности и частоты повторной госпитализации, а также снижением систолической функции ЛЖ в течение 1–2 лет наблюдения после ТИАК [36, 38].

Нарушение проводимости после ТИАК может быть в определенной степени уменьшено за счет адекватной предоперационной оценки риска, изменения процедурных факторов, а также тщательного мониторинга изменений ЭКГ уже после имплантации протеза клапана. Предоперационная оценка анатомии корня аорты с помощью МСКТ может помочь выявить пациентов, подверженных риску возникновения БВЛНПГ. Более короткая мембранозная часть межжелудочковой перегородки, эксцентричный выводной тракт ЛЖ, выбор большего размера клапана по отношению к диаметру фиброзного кольца АК, а также глубина имплантата клапана считаются независимыми предикторами возникновения БВЛНПГ после ТИАК [39]. К другим клиническим и ЭКГ-предикторам относятся женский пол, сахарный диабет, предшествующее шунтирование коронарных артерий, предоперационные нарушения проводимости, выраженная кальцификация аортального клапана, а также удлинённый интервал QRS (>150 – 160 мс) и PR (>240 мс) [39].

Современные данные не подтверждают показаний к системной профилактике имплантации ЭКС (при отсутствии значимых брадиаритмий) у пациентов с вновь возникшей БВЛНПГ после ТИАК. В ряде исследований

амбулаторная ЭКГ использовалась для мониторинга факторов риска развития нарушения проводимости у выписанных пациентов и для обоснования безопасности имплантации ЭКС [35]. С другой стороны, было предложено использовать инвазивные электрофизиологические исследования (ЭФИ) для стратификации риска АВ-блокады высокой степени и обоснования имплантации постоянного ЭКС после ТИАК. ЭФИ представляет собой потенциально ценный инструмент для оценки таких пациентов, и для дальнейшей валидации этого подхода необходимы крупномасштабные исследования.

Низкопотоковый, низкоградиентный аортальный стеноз

Результаты ретроспективных исследований показали, что распространенность дисфункции левого желудочка (ФВ ЛЖ <50%) у пациентов старческого возраста с тяжелым АС составляет 24–35% [40]. Более низкая ФВ ЛЖ может вызвать феномен низкого потока и низкого градиента (НП-НГ), который в значительной степени связан с повышенным хирургическим риском ПАК. Доказано, что наличие низкого потока по данным ЭхоКГ является независимым предиктором смертности пациентов с тяжелым АС [41]. Пациенты с НП-НГ АС имеют самый высокий риск смертности среди всех пациентов с тяжелым симптомным АС, при этом двухлетняя выживаемость составляет примерно 40–60% при медикаментозной терапии [42]. Исследование PARTNER включало анализ прогноза 984 пациентов старческого возраста с НП АС, который был диагностирован на основе индекса ударного объема (УО). Важно заметить, что именно пациенты с тяжелым течением имели самый низкий средний трансклапанный градиент давления и более высокую годовую смертность от всех причин – 26,5% [43].

Предыдущие исследования показали, что замена АК улучшает выживаемость и клинический функциональный статус у пациентов с НП-НГ АС. Однако смертность у этих пациентов остается высокой: периоперационная летальность составляет 16–22%, годовая летальность – примерно 20%, а отдаленная – 22–50% [41–43]. У пациентов с НП-НГ АС проведение ТИАК значительно снижало двухлетнюю летальность по сравнению с медикаментозной терапией (45,9% против 76,2%,

$p < 0,001$). Среди пациентов с высоким риском уровень смертности через 6 мес также был значительно ниже в группе ТИАК, чем в группе ХПАК (15,6% против 24,7%; $p = 0,04$) [41]. В современных литературных источниках сообщается, что прогноз пациентов с НП-НГ АС после ТИАК был значительно хуже, чем у пациентов с высоким трансклапанным градиентом [41]. M.F. Eleid et al. показали, что снижение индекса УО (<35 мл/м²), уменьшение ФВ ЛЖ (<50%) и низкий трансклапанный градиент (<40 мм рт. ст.) были связаны с увеличением смертности в течение 1-го года после ТИАК [44]. В исследовании A. Castelo et al. была относительно большая доля пациентов с НП-НГ АС – 16,9%. Пациенты с НГ и ФВ ЛЖ менее 40% после ТИАК имели более высокую общую и сердечно-сосудистую смертность по сравнению с пациентами с высоким трансклапанным градиентом [44]. Этот показатель можно объяснить перенесенным инфарктом миокарда, амилоидозом сердца, сахарным диабетом и дисфункцией почек у пациентов старческого возраста с тяжелым АС, которые способствуют развитию дисфункции ЛЖ у данной группы больных.

Тяжелое поражение коронарных артерий, более низкие показатели среднего трансклапанного градиента давления и отрицательные результаты стресс-ЭхоКГ с добутамином у пациентов с НП-НГ АС были идентифицированы как независимые предикторы периоперационной смертности после ТИАК [45]. Необходимо подчеркнуть, что ЭхоКГ с низкой дозой добутина рекомендуется для дифференциации тяжелого и псевдотяжелого АС (увеличение площади клапана до >1,0 см² с увеличением кровотока), а также для оценки систолической резервной функции ЛЖ [45].

Таким образом, ТИАК является возможным и необходимым вариантом лечения пациентов старческого возраста с НП-НГ АС. Но стоит отметить, что важна тщательная предоперационная оценка рисков и пользы от вмешательства с оценкой прогноза. С этой целью необходимы дальнейшие исследования для выработки эффективных клинических подходов к лечению этой категории пациентов.

Острая почечная недостаточность

Острая почечная недостаточность встречается у 3–57% пожилых людей, перенесших ТИАК, и является мощным предиктором

смертности, более длительного пребывания в стационаре и высоких затрат на лечение [46]. В ранних исследованиях сообщается, что ТИАК ассоциируется со значительно меньшей частотой ОПН и необходимостью гемодиализа по сравнению с ХПАК, даже среди пациентов, у которых нет хронической болезни почек (ХБП). Важно отметить, что ОПН после ТИАК ассоциируется с повышенным риском краткосрочной и долгосрочной смертности, которая коррелирует с тяжестью ОПН [46].

Периоперационные кровотечения являются сильным фактором риска развития ОПН у пациентов, получающих ТИАК. Негативное влияние на функцию почек может частично объясняться снижением почечной перфузии на фоне гипотонии, вызванной кровотечением [46]. Кроме того, на возникновение послеоперационной ОПН оказывает влияние выбор сосудистого доступа и тип использованных клапанов. Так, трансапикальный доступ по сравнению с трансфеморальным достоверно связан с повышенным риском развития ОПН после ТИАК [46].

В исследовании SOLVE-TAVI количество рентгеноскопической экспозиции и объем использованного контрастного препарата во время ТИАК были выше в группе саморасширяющихся клапанов, чем в группе пациентов с баллонорасширяемыми клапанами. Хотя необходимо заметить, что существенной разницы в частоте развития ОПН между пациентами с разными клапанами не было [47]. Независимые предикторы ОПН, о которых сообщается в литературе, включают коронарные или цереброваскулярные заболевания в анамнезе, ХБП и дыхательную недостаточность, а также гемотрансфузию [47]. Предикторами развития тяжелой степени ОПН после ТИАК, согласно данным крупного анализа, являются конверсия в кардиохирургическую операцию, экстренная ТИАК, нефеморальный доступ, исходная анемия (гемоглобин < 100 г/л), инотропная поддержка во время ТИАК, общая анестезия, сахарный диабет, кардиогенный шок в течение 24 ч после операции, использование саморасширяемых клапанов, а также исходный уровень креатинина менее 1 мг/дл, при повышении на 0,2 мг/дл [48].

В настоящее время методы профилактики ОПН во время ТИАК не отличаются от стандартных методов профилактики контраст-индуцированной нефропатии при ангиографи-

ческих исследованиях и эндоваскулярных вмешательствах. Во время ТИАК интраоперационная профилактика ОПН заключается в минимизации использования контрастного препарата, предотвращении длительной гипотонии, вызванной высокочастотной кардиостимуляцией во время баллонной вальвулопластики и имплантации клапана, длительным позиционированием клапана, а также в снижении риска атероземболических событий и объема кровопотери. В периоперационном периоде тщательный мониторинг гемодинамики позволяет своевременно выявить гиповолемическое состояние и низкий сердечный выброс, которые также являются факторами риска ОПН. Однако важно заметить, что исследования по профилактике ОПН после ТИАК всё еще относительно скудны и конкретные методы нуждаются в дальнейшем изучении.

Кровотечение и сосудистые осложнения

Для единого понимания характера и частоты осложнений, которые связаны с ТИАК, в 2021 г. был опубликован обновленный консенсус VARC-3 (Valve Academic Research Consortium 3: Updated Endpoint Definitions for Aortic Valve Clinical Research), в котором определены критерии безопасности ТИАК, включающие в себя отсутствие летальности, инсульта, больших и жизнеугрожающих кровотечений (2–4 типы по VARC), больших сосудистых осложнений, осложнений в месте доступа и других осложнений [49].

В ранних научных публикациях, относящихся к этапу становления методики ТИАК, сообщалось о достаточно высокой частоте жизнеугрожающих и больших кровотечений при ее использовании, однако развитие ТИАК позволило существенно снизить данные показатели. Жизнеугрожающие и большие кровотечения тесно связаны с высокой однолетней летальностью (ОР 2,09; 95% ДИ 0,98–4,42) [50].

Другим важным фактором, влияющим на частоту послеоперационных кровотечений, является антикоагулянтная терапия. Хотя многие исследования подтвердили безопасность и эффективность антикоагулянтных препаратов у пациентов старческого возраста при ТИАК, риск связанного с ними послеоперационного кровотечения может увеличиваться.

F. Vincent et al. продемонстрировали, что УЗ-навигация при формировании трансфемо-

рального доступа эффективно снижает риск сосудистых осложнений и кровотечений [50].

Сосудистые осложнения (СО) часто возникают при ТИАК и оказывают значительное влияние на неблагоприятные исходы у пациентов старческого возраста. СО ассоциированы с длительной госпитализацией, частыми кровотечениями, ухудшением качества жизни, увеличением госпитальной и 30-дневной летальности [51, 52]. Согласно консенсусу VARC-3, сосудистые осложнения делятся на большие и малые, в зависимости от клинических исходов [49]. В рандомизированном исследовании PARTNER I у 15,3% пациентов возникали большие СО, у 11,9% – малые СО в течение 30 дней после ТИАК [53]. Данные показатели были ниже в более поздних клинических испытаниях с участием пациентов со средним хирургическим риском, операция которым выполнялась с использованием низкопрофильных систем доставки второго поколения [51]. Аналогичным образом данные регистра TVT продемонстрировали постепенное снижение общего числа случаев СО и внутрибольничных кровотечений после ТИАК в период с 2011 по 2016 г. [51]. Женский пол, стеноз, атеросклеротические заболевания и выраженная извитость артерий подвздошно-бедренного сегмента, большой размер интродьюсера (>17 Fr) и открытый хирургический доступ ассоциируются с повышенным риском развития СО и кровотечений при ТИАК [51, 52]. Кроме того, опыт хирургической бригады и центра в целом играет важную роль и влияет на частоту возникновения СО [53].

Таким образом, СО и кровотечения являются неотъемлемой частью ТИАК у пациентов старческого возраста с выраженным атеросклеротическим поражением сердечно-сосудистой системы и множеством сопутствующих заболеваний. Основными методами профилактики по-прежнему являются тщательная предоперационная оценка факторов риска, выбор оптимального места и метода сосудистого доступа, а также совершенствование технологий, направленных на уменьшение диаметра интродьюсеров и систем доставки, повышение успешности и безопасности устройств для гемостаза.

Заключение

Широкий спектр сопутствующих заболеваний у пациентов старческого возраста пред-

ставляет значительную проблему как для процедурной безопасности, так и для клинической эффективности ТИАК и долгосрочного прогноза после вмешательства. Для улучшения клинических исходов у этой категории пациентов требуются процедурные и технические усовершенствования самих систем транскатетерных клапанов и вспомогательных устройств, таких как устройства для гемостаза, церебральной защиты и окклюзии ушка левого предсердия. Дальнейшее накопление опыта и разработка более эффективных протоколов ведения пациентов старческого возраста после ТИАК также должны значительно улучшить долгосрочные прогнозы и расширить показания для вмешательства.

Литература/References

1. D'Arcy J.L., Coffey S., Loudon M.A., Kennedy A., Pearson-Stuttard J., Birks J. et al. Large-scale community echocardiographic screening reveals a major burden of undiagnosed valvular heart disease in older people: The OxVALVE Population Cohort Study. *Eur. Heart J.* 2016; 37: 3515–3522. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw229
2. Iung B., Baron G., Tornos P., Gohlke-Bärwolf C., Butchart E.G., Vahanian A. Valvular heart disease in the community: a European experience. *Curr. Probl. Cardiol.* 2007; 32: 609–661. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2007.07.002
3. Osnabrugge R.L., Mylotte D., Head S.J., Van Mieghem N.M., Nkomo V.T., LeReun C.M. et al. Aortic stenosis in the elderly: disease prevalence and number of candidates for transcatheter aortic valve replacement: a meta-analysis and modeling study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62: 1002–1012. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.015
4. Freed B.H., Sugeng L., Furlong K., Mor-Avi V., Raman J., Jeevanandam V., Lang R.M. Reasons for nonadherence to guidelines for aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis and potential solutions. *Am. J. Cardiol.* 2010; 105: 1339–1342. DOI: 10.1016/j.amjcard.2009.12.056
5. Adams D.H., Popma J.J., Reardon M.J., Yakubov S.J., Coselli J.S., Deeb G.M. et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N. Engl. J. Med.* 2014; 370: 1790–1798. DOI: 10.1056/NEJMoa1400590
6. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F., Milojevic M., Baldus S., Bauersachs J. et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur. Heart J.* 2022; 43: 561–632. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395
7. Raptis D.A., Beal M.A., Kraft D.C., Maniar H.S., Bierhals A.J. Transcatheter aortic valve replacement: alternative access beyond the femoral arterial approach. *Radiographics.* 2019; 39: 30–43. DOI: 10.1148/rg.2019180059
8. Leon M.B., Smith C.R., Mack M., Miller D.C., Moses J.W., Svensson L.G. et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N. Engl. J. Med.* 2010; 363: 1597–1607. DOI: 10.1056/NEJMoa1008232
9. Gleason T.G., Schindler J.T., Hagberg R.C., Deeb G.M., Adams D.H., Conte J.V. et al. Subclavian/axillary access for self-expanding transcatheter aortic valve replacement

- renders equivalent outcomes as transfemoral. *Ann. Thorac. Surg.* 2018; 105: 477–483. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.07.017
10. Bapat V., Frank D., Cocchieri R., Jagielak D., Bonaros N., Aiello M. et al. Transcatheter aortic valve replacement using transaortic access: experience from the multicenter, multinational, prospective ROUTE registry. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9: 1815–1822. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.06.031
 11. Chamandi C., Abi-Akar R., Rodes-Cabau J., Blanchard D., Dumont E., Spaulding C. et al. Transcarotid compared with other alternative access routes for transcatheter aortic valve replacement. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2018; 11: e6388. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.006388
 12. Blackstone E.H., Suri R.M., Rajeswaran J., Babaliaros V., Douglas P.S., Fearon W.F. et al. Propensity-matched comparisons of clinical outcomes after transapical or transfemoral transcatheter aortic valve replacement: a placement of aortic transcatheter valves (PARTNER)-I trial substudy. *Circulation.* 2015; 131: 1989–2000. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012525
 13. Elmariah S., Fearon W.F., Inglessis I., Vlahakes G.J., Lindman B.R., Alu M.C. et al. Transapical transcatheter aortic valve replacement is associated with increased cardiac mortality in patients with left ventricular dysfunction: insights from the PARTNER i trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10: 2414–2422. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.09.023
 14. Walther T., Hamm C.W., Schuler G., Berkowitsch A., Kotting J., Mangner N. et al. Perioperative results and complications in 15,964 transcatheter aortic valve replacements: prospective data from the GARY Registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 65: 2173–2180. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.03.034
 15. 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: 758–767. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2009.12.033
 16. Stefanini G.G., Stortecky S., Cao D., Rat-Wirtzler J., O’Sullivan C.J., Gloekler S. et al. Coronary artery disease severity and aortic stenosis: clinical outcomes according to SYNTAX score in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *Eur. Heart J.* 2014; 35: 2530–2540. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu074
 17. Sondergaard L., Popma J.J., Reardon M.J., Van Mieghem N.M., Deeb G.M., Kodali S. et al. Comparison of a complete percutaneous versus surgical approach to aortic valve replacement and revascularization in patients at intermediate surgical risk: results from the randomized SURTAVI trial. *Circulation.* 2019; 140: 1296–1305. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.039564
 18. 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: 1965–1974. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.06.041
 19. Lateef N., Khan M.S., Deo S.V., Yamani N., Riaz H., Virk H. et al. Meta-analysis comparing outcomes in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation with versus without percutaneous coronary intervention. *Am. J. Cardiol.* 2019; 124: 1757–1764. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.08.024
 20. Barbanti M., Costa G., Picci A., Reddavid C., Valvo R., Todaro D. et al. Coronary cannulation after transcatheter aortic valve replacement: the RE-ACCESS study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13: 2542–2555. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.07.006
 21. Mentias A., Saad M., Girotra S., Desai M., Elbadawi A., Briassoulis A. et al. Impact of pre-existing and new-onset atrial fibrillation on outcomes after transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12: 2119–2129. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.06.019
 22. Yoon Y.H., Ahn J.M., Kang D.Y., Ko E., Lee P.H., Lee S.W. et al. Incidence, predictors, management, and clinical significance of new-onset atrial fibrillation after transcatheter aortic valve implantation. *Am. J. Cardiol.* 2019; 123: 1127–1133. DOI: 10.1016/j.amjcard.2018.12.041
 23. Ammar A., Elbatran A.I., Wijesuriya N., Saberwal B., Ahsan S.Y. Management of atrial fibrillation after transcatheter aortic valve replacement: challenges and therapeutic considerations. *Trends Cardiovasc. Med.* 2021; 31: 361–367. DOI: 10.1016/j.tcm.2020.06.007
 24. Didier R., Lhermusier T., Auffret V., Le Breton H., Cayla G., Commeau P. et al. TAVR patients requiring anticoagulation: direct oral anticoagulant or vitamin K antagonist? *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: 1704–1713. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.05.025
 25. Van Mieghem N.M., Unverdorben M., Hengstenberg C., Möllmann H., Mehran R., López-Otero D. et al. Edoxaban versus vitamin K antagonist for atrial fibrillation after TAVR. *N. Engl. J. Med.* 2021; 385: 2150–2160. DOI: 10.1056/NEJMoa2111016
 26. Chen Y.F., Liu F., Li X.W., Zhang H.J., Liu Y.G., Lin L. Non-vitamin K oral anticoagulants versus vitamin K antagonists in post transcatheter aortic valve replacement patients with clinical indication for oral anticoagulation: a meta-analysis. *Clin. Cardiol.* 2022; 45: 401–406. DOI: 10.1002/clc.23793
 27. Freire A., Filippini F.B., Bignoto T.C., de Brito P., Nicz P., Melo P. et al. Combined transcatheter aortic valve replacement and left atrial appendage occlusion in patients ineligible for oral anticoagulation: a case series. *J. Cardiol. Cases.* 2022; 26: 181–185. DOI: 10.1016/j.jccase.2022.04.008
 28. Mack M.J., Leon M.B., Smith C.R., Miller D.C., Moses J.W., Tuzcu E.M. et al. 5-Year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2015; 385: 2477–2484. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60308-7
 29. Jimenez Diaz V.A., Estevez Loureiro R., Baz Alonso J.A., Juan Salvadores P., Bastos Fernandez G., Caneiro Queija B. et al. Stroke prevention during and after transcatheter aortic valve implantation: from cerebral protection devices to antithrombotic management. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 958732. DOI: 10.3389/fcvm.2022.958732
 30. Huded C.P., Tuzcu E.M., Krishnaswamy A., Mick S.L., Kleiman N.S., Svensson L.G. et al. Association between transcatheter aortic valve replacement and early postprocedural stroke. *JAMA.* 2019; 321: 2306–2315. DOI: 10.1001/jama.2019.7525
 31. Ghanem A., Muller A., Nahle C.P., Kocurek J., Werner N., Hammerstingl C. et al. Risk and fate of cerebral embolism after transfemoral aortic valve implantation: a prospective pilot study with diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 55: 1427–1432. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.12.026
 32. Lansky A.J., Makkar R., Nazif T., Messe S., Forrest J., Sharma R. et al. A randomized evaluation of the TriGuard HDH cerebral embolic protection device to Reduce the Impact of Cerebral Embolic LESions after TransCatheter

- Aortic Valve ImplanTation: The REFLECT I trial. *Eur. Heart J.* 2021; 42: 2670–2679. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab213
33. Kapadia S.R., Kodali S., Makkar R., Mehran R., Lazar R.M., Zivadinov R. et al. Protection against cerebral embolism during transcatheter aortic valve replacement. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 69: 367–377. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.10.023
 34. Muntane-Carol G., Guimaraes L., Ferreira-Neto A.N., Wintzer-Wehekind J., Junquera L., Del V.D. et al. How does new-onset left bundle branch block affect the outcomes of transcatheter aortic valve repair? *Expert Rev. Med. Devices.* 2019; 16: 589–602. DOI: 10.1080/17434440.2019.1624161
 35. Reiter C., Lambert T., Kellermair J., Blessberger H., Fellner A., Nahler A. et al. Delayed total atrioventricular block after transcatheter aortic valve replacement assessed by implantable loop recorders. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: 2723–2732. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.09.003
 36. Nazif T.M., Chen S., George I., Dizon J.M., Hahn R.T., Crowley A. et al. New-onset left bundle branch block after transcatheter aortic valve replacement is associated with adverse long-term clinical outcomes in intermediate-risk patients: an analysis from the PARTNER II trial. *Eur. Heart J.* 2019; 40: 2218–2227. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz227
 37. Ando T., Takagi H., ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. The prognostic impact of new-onset persistent left bundle branch block following transcatheter aortic valve implantation: a meta-analysis. *Clin. Cardiol.* 2016; 39: 544–550. DOI: 10.1002/clc.22567
 38. Faroux L., Chen S., Muntane-Carol G., Regueiro A., Philippon F., Sondergaard L. et al. Clinical impact of conduction disturbances in transcatheter aortic valve replacement recipients: a systematic review and meta-analysis. *Eur. Heart J.* 2020; 41: 2771–2781. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz924
 39. Zaid S., Sengupta A., Okoli K., Tsoi M., Khan A., Ahmad H. et al. Novel anatomic predictors of new persistent left bundle branch block after evolut transcatheter aortic valve implantation. *Am. J. Cardiol.* 2020; 125: 1222–1229. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.01.008
 40. Henkel D.M., Malouf J.F., Connolly H.M., Michelena H.I., Sarano M.E., Schaff H.V. et al. Asymptomatic left ventricular systolic dysfunction in patients with severe aortic stenosis: characteristics and outcomes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60: 2325–2329. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.08.988
 41. Herrmann H.C., Pibarot P., Hueter I., Gertz Z.M., Stewart W.J., Kapadia S. et al. Predictors of mortality and outcomes of therapy in low-flow severe aortic stenosis: a placement of aortic transcatheter valves (PARTNER) trial analysis. *Circulation.* 2013; 127: 2316–2326. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.001290
 42. Saybolt M.D., Fiorilli P.N., Gertz Z.M., Herrmann H.C. Low-flow severe aortic stenosis: evolving role of transcatheter aortic valve replacement. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10: e004838. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.004838
 43. Anjan V.Y., Herrmann H.C., Pibarot P., Stewart W.J., Kapadia S., Tuzcu E.M. et al. Evaluation of flow after transcatheter aortic valve replacement in patients with low-flow aortic stenosis: a secondary analysis of the PARTNER randomized clinical trial. *JAMA Cardiol.* 2016; 1: 584–592. DOI: 10.1001/jamacardio.2016.0759
 44. Eleid M.F., Goel K., Murad M.H., Erwin P.J., Suri R.M., Greason K.L. et al. Meta-analysis of the prognostic impact of stroke volume, gradient, and ejection fraction after transcatheter aortic valve implantation. *Am. J. Cardiol.* 2015; 116: 989–994. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.06.027
 45. Annabi M.S., Touboul E., Dahou A., Burwash I.G., Bergler-Klein J., Enriquez-Sarano M. et al. Dobutamine stress echocardiography for management of low-flow, low-gradient aortic stenosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71: 475–485. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.11.052
 46. Kumar N., Garg N. Acute kidney injury after aortic valve replacement in a nationally representative cohort in the USA. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2019; 34: 295–300. DOI: 10.1093/ndt/gfy097
 47. Thiele H., Kurz T., Feistritz H.J., Stachel G., Hartung P., Eitel I. et al. Comparison of newer generation self-expandable vs. balloon-expandable valves in transcatheter aortic valve implantation: the randomized SOLVE-TAVI trial. *Eur. Heart J.* 2020; 41: 1890–1899. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa036
 48. Julien H.M., Stebbins A., Vemulapalli S., Nathan A.S., Eneanya N.D., Groeneveld P. et al. Incidence, predictors, and outcomes of acute kidney injury in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: e010032. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.010032
 49. G  n  reux Ph., Piazza N., Alu M.C., Nazif T., Hahn R.T., Pibarot Ph., Bax J.J. et al. Valve academic research consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 77 (21): 2717–2746. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.02.038
 50. Vincent F., Spillemaeker H., Kyheng M., Belin-Vincent C., Delhay   C., Pierache A. et al. Ultrasound guidance to reduce vascular and bleeding complications of percutaneous transfemoral transcatheter aortic valve replacement: a propensity score-matched comparison. *J. Am. Heart Assoc.* 2020; 9: e14916. DOI: 10.1161/JAHA.119.014916
 51. Sherwood M.W., Xiang K., Matsouaka R., Li Z., Vemulapalli S., Vora A.N. et al. Incidence temporal trends, and associated outcomes of vascular and bleeding complications in patients undergoing transfemoral transcatheter aortic valve replacement: insights from the Society of Thoracic Surgeons / American College of Cardiology transcatheter valve therapies registry. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2020; 13: e8227. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008227
 52. Hayashida K., Lef  vre T., Chevalier B., Hovasse T., Romano M., Garot P. et al. Transfemoral aortic valve implantation new criteria to predict vascular complications. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2011; 4: 851–858. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.03.019
 53. Genereux P., Webb J.G., Svensson L.G., Kodali S.K., Satler L.F., Fearon W.F. et al. Vascular complications after transcatheter aortic valve replacement: insights from the PARTNER (Placement of AoRTic TraNscathetER Valve) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60: 1043–1052. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.07.003

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.127-005.8-053.9-089-06

Исходы у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в возрастной группе старше 90 лет при инвазивной тактике ведения

П.Д. Дуплякова^{1,2}✉, Г.В. Саламов^{1,2}, Т.В. Кислухин², Д.В. Дупляков^{1,2}, Т.В. Павлова^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Российская Федерация

² ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова», Самара, Российская Федерация

✉ Дуплякова Полина Дмитриевна, аспирант, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0003-2773-1682, e-mail: polina_duplyakova@yahoo.com

Саламов Георгий Владимирович, аспирант, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-3391-1869

Кислухин Темур Владимирович, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0003-2107-7499

Дупляков Дмитрий Викторович, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой пропедевтической терапии с курсом кардиологии, заместитель главного врача по медицинской части; orcid.org/0000-0002-6453-2976

Павлова Татьяна Валентиновна, д-р мед. наук, профессор кафедры пропедевтической терапии с курсом кардиологии, заведующая отделением клинических исследований; orcid.org/0000-0003-3301-1577

Резюме

Цель исследования – анализ краткосрочных и долгосрочных исходов у 90-летних пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST), которым было проведено первичное чрескожное коронарное вмешательство (пЧКВ) в Самарском областном кардиологическом диспансере им. В.П. Полякова за период с 2013 по 2022 г.

Материал и методы. За указанный период было госпитализировано 136 пациентов с ИМпST в возрасте старше 90 лет. Из них коронарография выполнена у 37 (27,2%), средний возраст составил 91,0 (min 90 – max 94) года, с последующим пЧКВ у 25 (18,4%) пациентов.

Результаты. При проведении анализа госпитальных исходов у пациентов 90 лет и старше с ИМпST с выполненным инвазивным вмешательством получены следующие данные: в течение госпитализации умерли 8 (21,6%) пациентов, отек легких развился у 4 (10,8%), кардиогенный шок – у 8 (21,6%), механические осложнения в виде разрыва межжелудочковой перегородки диагностированы у 2 (5,4%) госпитализированных пациентов. В течение 1-го года наблюдения умерли 12 (32,4%) человек. Всего (за период госпитализации и в течение 1-го года после выписки) умерли 20 (54,1%) человек. Средняя продолжительность жизни у пациентов с ИМпST в возрасте 90 лет и старше после выписки из стационара для группы с намеренной инвазивной тактикой составила 96,8 (min 4 – max 334) дня.

Заключение. Согласно результатам исследования, пЧКВ следует рассматривать в качестве основной тактики ведения у пациентов с ИМпST в возрастной группе старше 90 лет.

Ключевые слова: инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, реперфузионная терапия, пожилые, де-вяностолетние

Для цитирования: Дуплякова П.Д., Саламов Г.В., Кислухин Т.В., Дупляков Д.В., Павлова Т.В. Исходы у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в возрастной группе старше 90 лет при инвазивной тактике ведения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 36–41. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-36-41

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.01.2025
Принята к печати 27.02.2025

Outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction in the age group over 90 years old with invasive management strategy

P.D. Duplyakova^{1,2}✉, G.V. Salamov^{1,2}, T.V. Kislukhin², D.V. Duplyakov^{1,2}, T.V. Pavlova^{1,2}

¹ Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

² V.P. Polyakov Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary, Samara, Russian Federation

✉ **Polina D. Duplyakova**, Postgraduate, Cardiologist; orcid.org/0000-0003-2773-1682,
e-mail: polina_duplyakova@yahoo.com

Georgiy V. Salamov, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3391-1869

Temur V. Kislukhin, Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment;
orcid.org/0000-0003-2107-7499

Dmitriy V. Duplyakov, Dr. Med. Sci., Professor, Chief of the Chair of Propaedeutic Therapy with a Course
of Cardiology, Deputy Chief Physician for Medical Affairs; orcid.org/0000-0002-6453-2976

Tatyana V. Pavlova, Dr. Med. Sci., Professor of the Chair of Propaedeutic Therapy with a Course in Cardiology,
Head of the Clinical Research Department; orcid.org/0000-0003-3301-1577

Abstract

Objective. To analyze short-term and long-term outcomes in nonagenarian patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) who underwent primary percutaneous coronary intervention (pPCI) at the V.P. Polyakov Samara Regional Clinical Cardiology Dispensary for the period from 2013 to 2022.

Material and methods. During this period, 136 patients with STEMI over the age of 90 were hospitalized. Among them, coronary angiography was performed in 37 (27.2%), average age 91.0 years (min 90 – max 94), followed by pPCI in 25 (18.4%) patients.

Results. When analyzing hospital outcomes in patients 90 years of age and older with STEMI who underwent invasive intervention, the following data were obtained: 8 (21.6%) patients died during hospitalization, pulmonary edema developed in 4 (10.8%), cardiogenic shock in 8 (21.6%) and mechanical complications in the form of rupture of the interventricular septum were diagnosed in 2 (5.4%) hospitalized patients. During 1 year of observation, 12 (32.4%) people died. A total of 20 (54.1%) people died (during the hospitalization period and within 1 year after discharge). The average life expectancy in patients with STEMI aged 90 years and older after discharge from hospital was 96.8 days for the group with intentional invasive tactics (min 4 – max 334).

Conclusion. According to the results of our study, pPCI should be considered as the main management strategy in patients with STEMI in the age group over 90 years.

Keywords: ST-segment elevation myocardial infarction, reperfusion therapy, elderly, nonagenarians

For citation: Duplyakova P.D., Salamov G.V., Kislukhin T.V., Duplyakov D.V., Pavlova T.V. Outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction in the age group over 90 years old with invasive management strategy. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 36–41 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-36-41

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

Received January 15, 2025
Accepted February 27, 2025

Введение

К настоящему времени около 6% населения мира составляют люди старше 75 лет, а к 2050-му году прогнозируется дальнейшее увеличение их численности до 11,5% в западных странах, преимущественно за счет роста доли лиц старше 80 лет [1]. Средняя продолжительность жизни в Российской Федерации, по данным на 2023 г., составила 73,46 года. При этом в 2021 г. численность населения в возрасте 90 лет и старше достигла 614 588 (0,4%) человек [2]. Возраст считается ведущим фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), а также является сильным и независимым предиктором внутригоспитальных и отделенных исходов. Согласно последнему отчету Всемирной федерации сердца, смертность от ССЗ во всем мире возросла с 12,1 млн в 1990 г. до 20,5 млн в 2021 г. [3]. В Российской Федерации ССЗ ежегодно уносят около 900 000 жизней [4]. Рас-

пространенность ишемической болезни сердца (ИБС) увеличивается с возрастом, представляя собой лидирующую причину смертности. По данным ряда исследований, около 1/3 больных ИБС составляют лица старше 75 лет [5].

Особенности течения ССЗ и высокая частота гериатрических синдромов обуславливают сложности диагностики и лечения данной популяции пациентов. Порядка 90% всех острых форм ИБС приходится на долю инфаркта миокарда (ИМ). Европейские и российские клинические рекомендации по снижению риска смерти у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) рекомендуют реперфузионное лечение, которое предусматривает использование двух стратегий: первичного чрескожного коронарного вмешательства (пЧКВ) или фармакоинвазивного подхода, включающего последовательное применение тромболитической терапии (ТЛТ) и чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) [6, 7]. По некоторым оценкам,

13% случаев ИМпСТ в западных странах приходится на пациентов в возрасте старше 80 лет [8]. Следовательно, по мере старения населения мы можем ожидать появления большего числа пожилых пациентов с ИМпСТ.

Следует отметить, что старческий возраст не должен исключать возможность реваскуляризации при ИМпСТ. Однако имеющихся данных недостаточно для окончательного решения вопроса об эффективности и безопасности инвазивной стратегии ведения пациентов в возрасте 90 лет и старше. В ряде клинических исследований пациенты старческого возраста исключались из-за их предполагаемой низкой продолжительности жизни и потенциально возможных побочных эффектов лечения. На данный момент в связи с отсутствием обширной доказательной базы пациенты в возрасте старше 90 лет с меньшей вероятностью получают реперфузионную терапию при ИМпСТ, поскольку мало известно о рисках/пользе этой терапии в очень пожилой популяции.

В нашем исследовании проанализированы краткосрочные и долгосрочные исходы, включая тяжесть заболевания, осложнения, госпитальную и годовую смертность, у 25 пациентов 90 лет и старше с ИМпСТ, которым проведено пЧКВ в СОККД им. В.П. Полякова за период с 2013 по 2022 г.

Материал и методы

В исследование были включены пациенты, которым диагноз ИМпСТ был поставлен на основании клинических симптомов, позволяющих предположить ишемию миокарда (в том числе устойчивая ангинозная боль), и изменений по данным электрокардиограммы в 12 отведениях. Электрокардиографические критерии острой окклюзии коронарной артерии включали новые подъемы сегмента ST в точке J в двух смежных отведениях $\geq 2,5$ мм – у мужчин 40 лет и старше и $\geq 1,5$ мм – у женщин в отведениях V2-V3 и/или ≥ 1 мм в других отведениях (при отсутствии гипертрофии левого желудочка или блокады левой ножки пучка Гиса), а также появление новых случаев блокады левой ножки пучка Гиса. Для подтверждения некроза миокарда при ИМпСТ измерялся уровень высокочувствительного тропонина I.

За период 2013–2022 гг. были госпитализированы 136 пациентов с ИМпСТ в возрасте

старше 90 лет. Из них коронарография выполнена у 37 (27,2%), с последующим пЧКВ у 25 (18,4%) пациентов. Остальные пациенты были рассмотрены как не подлежащие инвазивной тактике ($n=99$), из них 4 пациента были госпитализированы через 24 ч и более от момента начала болей, у 6 больных диагностирована острая почечная недостаточность, у 1 пациента – желудочно-кишечное кровотечение, еще у 1 пациента – тромбоцитопения, 22 человека имели противопоказания к вмешательству вследствие тяжести общего состояния, еще 65 подписали отказ от проведения коронарографии.

Для внесения данных анамнеза, клинических характеристик пациентов, результатов лабораторных и диагностических методов исследования, исходов в течение госпитализации и последующих 12 мес была создана база данных «Регистр пациентов с острым коронарным синдромом в возрасте 90 лет и старше» (свидетельство № 2024621459). Статистический анализ проводился с помощью пакета SPSSv26. При расчете описательных статистик количественные переменные были проверены на соответствие распределения нормальному при помощи тестов Шапиро–Уилка или Колмогорова–Смирнова. Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей [Q1–Q3]. Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Ограничения исследования

Ограничениями данного исследования являются ретроспективный дизайн и участие пациентов из одного медицинского центра.

Результаты

В общей сложности проанализированы данные 37 пациентов с диагнозом ИМпСТ, имеющих показания для проведения коронарографии и подписавших информированное согласие на вмешательство. В таблице 1 представлены исходные характеристики пациентов. Среди них было 17 мужчин и 20 женщин, средний возраст составил 91,0 (min 90 – max 94) года. Исходя из анамнеза, 9 (24,3%) пациентов ранее переносили ИМ, у 6 (16,2%) был инсульт, и все пациенты (100%) имели артериальную гипертензию (АГ).

Таблица 1

**Исходная характеристика пациентов
с ИМпСТ и инвазивной стратегией лечения
в возрасте 90 лет и старше (n = 37)**

Параметр	Значение
Средний возраст, лет	91,0 (min 90 – max 94)
Пол, мужской/женский	17/20
ИМ в анамнезе, n (%)	9 (24,3)
ХСН в анамнезе, n (%)	7 (18,9)
ОНМК в анамнезе, n (%)	6 (16,2)
ФП в анамнезе, n (%)	11 (29,7)
ХБП, n (%)	16 (43,2)
СД, n (%)	3 (8,1)
ЗПА, n (%)	6 (16,2)
Гипертоническая болезнь, n (%)	37 (100)

Примечание. ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ФП – фибрилляция предсердий; ХБП – хроническая болезнь почек; СД – сахарный диабет; ЗПА – заболевание периферических артерий.

На этапе СМП и стационарного лечения всем пациентам с ИМпСТ была назначена оптимальная медикаментозная терапия, согласно клиническим рекомендациям.

Фармакоинвазивный подход использован у 2 пациентов с ИМпСТ. Коронарография выполнена 37 пациентам. Лучевой доступ был выбран у 97,3% пациентов. Особенности поражения коронарного русла отражены в таблице 2.

Чрескожное коронарное вмешательство было выполнено 25 (67,6%) из 37 пациентов с проведенной коронарографией. Причинами, по которым ЧКВ не проводилось, являлись: у троих пациентов – коронарные сосуды без поражения, у четверых – диффузное поражение коронарных артерий, у одного – техническая невозможность проведения стентирования ввиду дистального поражения, еще у четверых пациентов – поражение ствола ЛКА.

Средняя продолжительность госпитализации составила 6 (min 1 – max 13) дней. При проведении анализа госпитальных исходов у пациентов 90 лет и старше с ИМпСТ с проведенным инвазивным вмешательством получены следующие данные: в течение госпитализации умерли 8 (21,6%) пациентов, отек легких развился у 4 (10,8%), кардиогенный шок – у 8 (21,6%), механические осложнения в виде разрыва межжелудочковой перегородки диа-

Таблица 2

**Анатомическое поражение коронарных
артерий у пациентов с ИМпСТ
в возрасте 90 лет и старше (n = 37)**

Параметр	Значение, n (%)
ПМЖВ	26 (70,3)
ПКА	24 (64,9)
ОА	14 (37,8)
Ствол ЛКА	4 (10,8)
ИМА	1 (2,7)
ДА	1 (2,7)
ВТК	1 (2,7)
Без поражения	3 (8,1)
Однососудистое поражение	10 (27,0)
Двухсосудистое поражение	5 (13,5)
Трехсосудистое поражение	19 (51,4)

Примечание. ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь; ПКА – правая коронарная артерия; ОА – огибающая артерия; ЛКА – левая коронарная артерия; ИМА – интермедиарная артерия; ДА – диагональная артерия; ВТК – ветвь тупого края.

гностированы у 2 (5,4%) госпитализированных пациентов.

В течение 1-го года наблюдения умерли 12 (32,4%) человек. Доля ССЗ как непосредственной причины смерти в течение первого года после выписки из стационара составила 50%. Всего (за период госпитализации и в течение 1 года после выписки) умерли 20 (54,1%) человек.

Средняя продолжительность жизни у пациентов с ИМпСТ в возрасте 90 лет и старше после выписки из стационара для группы с намеренной инвазивной тактикой составила 96,8 (min 4 – max 334) дня.

Обсуждение

В связи с увеличением продолжительности жизни и численности пожилого населения наблюдается тенденция к изучению подходов ведения пациентов старческого возраста и долгожителей с ИМ. Ежегодно публикуются работы, результаты которых способны повлиять на принятие решения в отношении выбора тактики ведения в данной возрастной группе. Между тем на сегодняшний день нет однозначной убежденности в преимуществе инвазивной стратегии ведения пациентов с ИМ в возрасте 90 лет и старше. Поэтому интересно сравнить полученные нами результаты с аналогичными исследованиями других авторов.

Если обратиться к клиническим рекомендациям Европейского общества кардиологов 2023 г. по ведению пациентов с острыми коронарными синдромами [6], то, в соответствии с ними, у пожилых пациентов с ОКС необходимо придерживаться тех же диагностических и лечебных стратегий, что и у более молодых лиц. Особо рекомендуется учитывать риск ишемических событий и кровотечений, ожидаемую продолжительность жизни, сопутствующие заболевания, гериатрический статус, предпочтения самого пациента и соотношение риска/пользы инвазивного подхода. Согласно Российским клиническим рекомендациям «Инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST» от 2020 г., все пациенты, независимо от пола и возраста, должны быть рассмотрены в качестве кандидатов для проведения реперфузионной терапии [7].

Основной целью регистра EUROTRANSFER было установить особенности лечения и исходов у пациентов с ИМпСТ в зависимости от возраста. В анализ вошли 1650 пациентов с ИМпСТ и проведенным пЧКВ, которых разделили на четыре группы в зависимости от возраста (<65, 65–74, 75–84, >85 лет). Для пациентов из группы старше 85 лет ($n=49$) было характерно увеличение встречаемости многососудистого поражения коронарных артерий и более редкое выполнение ЧКВ. Частота смерти, рецидивов инфарктов и всех неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов увеличивалась с возрастом: 3,8% – для популяции моложе 65 лет по сравнению с 20,4% – для лиц старше 85 лет ($p<0,0001$). Возраст являлся независимым предиктором 30-дневной смертности [9].

В 2013 г. опубликован метаанализ, включающий 10 исследований, охватывавших суммарно 575 пациентов, чей средний возраст составил 92 года [10]. Цель анализа – изучение целесообразности проведения ЧКВ у 90-летних пациентов с ИМ. Риск смерти в течение госпитализации составил 12,6%, частота больших сердечно-сосудистых событий – 16,4%. За период наблюдения (от 6 до 29 мес, медиана 12 мес) риск отдаленной смерти составил 31%, а больших сердечно-сосудистых событий – 37%. Данный метаанализ подтвердил возможность проведения ЧКВ у пациентов с ИМ в возрасте 90 лет и старше.

Целью регистра ISACS-TC было выявление факторов, ассоциированных с более низ-

кой частотой выполнения коронарографии у пожилых пациентов [11]. Согласно результатам анализа данных 1315 пациентов с ИМпСТ (средний возраст 79,6 [76–82] года, 47,9% женщин), ЧКВ значительно реже проводилось у лиц старше 75 лет по сравнению с более молодыми пациентами (62,1% против 78,9%, $p<0,001$). Имеющиеся факторы риска, тяжесть симптомов и поздняя госпитализация были связаны с отказом от инвазивного лечения у пациентов старше 75 лет. Предикторами невыполнения коронарографии служили женский пол, наличие сопутствующих заболеваний (заболевания желудочно-кишечного тракта, злокачественные образования, хроническая обструктивная болезнь легких), анемия, проведенная ТЛТ и поздняя госпитализация.

Интересная работа, в которой было высказано предположение о гендерных различиях в исходах после ИМпСТ, выполнена Т. Petroni et al. В многоцентровое ретроспективное исследование вошли 145 пациентов с ИМпСТ в возрасте 90 лет и старше с проведенным пЧКВ. Средний возраст составил 92 (90–94) года, женщин было 62%. Период наблюдения – 2 года. Летальность в течение госпитализации составила 24%. Почти все (92%) сердечно-сосудистые смерти произошли до 30-го дня с момента индексного события, в отличие от смертей, не связанных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Двухлетняя выживаемость была значительно ниже у женщин по сравнению с мужчинами ($p<0,05$), а также у пациентов с ИМпСТ передней стенки левого желудочка ($p<0,01$). Авторы делают вывод о том, что ЧКВ у 90-летних пациентов является безопасным и эффективным методом лечения, а женский пол относится к неблагоприятным факторам, влияющим на прогноз [12].

Крупный регистр, включающий 10 249 пациентов с ИМпСТ (среди них 1051 (10,3%) пациент в возрасте 80 лет и старше), которым было проведено пЧКВ за период с 2005 по 2010 г., показал возможность применения инвазивной стратегии у очень пожилой когорты пациентов [13]. Первичная конечная точка – смертность от всех причин. Медиана периода наблюдения составила 3 года. Средний возраст включенных в анализ пациентов составил 84,2 года, причем за период исследования доля пациентов 80 лет и старше ежегодно увеличивалась ($p=0,04$). Показатели внутригоспитальной летальности (7,7% против 2,4%,

$p < 0,0001$) и смертности (51,6% против 12,8%, $p < 0,0001$) за период наблюдения были выше у когорты 80 лет и старше по сравнению с пациентами моложе 80 лет, а возраст был независимым предиктором смертности (ОР 1,07, 95% ДИ 1,07–1,09; $p < 0,0001$). В данном регистре у 80-летних больных, перенесших пЧКВ, наблюдался более высокий уровень осложнений и смертности по сравнению с более молодой популяцией. Несмотря на столь пожилой возраст исследуемых пациентов, авторы полагают, что описанные краткосрочные результаты (при отсутствии хронической болезни почек, левожелудочковой недостаточности и кардиогенного шока) оправдывают рассмотрение пЧКВ у больных с ИМпСТ 80 лет и старше.

Заключение

Первичное ЧКВ остается оптимальным подходом к лечению ИМпСТ независимо от возраста. Однако клиницистам стоит оценивать показания и противопоказания к инвазивному подходу индивидуально, с учетом особенностей пациента, его клинического состояния, гериатрического статуса и коморбидного фона.

Согласно результатам нашего исследования, пЧКВ следует рассматривать в качестве основной тактики ведения у пациентов с ИМпСТ в возрастной группе старше 90 лет. Такое мнение высказывают и большинство других исследователей, изучавших данную проблему. Требуется дальнейшее проведение рандомизированных исследований, построенных на принципах доказательной медицины.

Литература/References

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs. Population division. World Population Ageing 2017. Available at: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesapd-2020_world_population_ageing_highlights.pdf (accessed 1 November 2017).
2. Данные Росстата на 23.10.2023. <https://www.gsk.ru> (дата обращения 23.10.2023). Rosstat data as of October 23, 2023 (in Russ.). <https://www.gsk.ru> (accessed 23.10.2023).
3. Liu T., Zhao D., Qi Y. Global trends in the epidemiology and management of dyslipidemia. *J. Clin. Med.* 2022; 11 (21): 6377. DOI: 10.3390/jcm11216377
4. NCD Risk factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet.* 2021; 398 (10304): 957–980. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01330-1
5. Saunderson C.E.D., Brogan R.A., Simms A.D., Sutton G., Batin P.D., Gale C.P. Acute coronary syndrome management in older adults: guidelines, temporal changes and challenges. *Age Ageing.* 2014; 43: 450–455.
6. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J., Barbato E., Berry C., Chieffo A. et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2023; 44 (38): 3720–3826. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191
7. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. Российское кардиологическое общество, Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (11): 4103. DOI: 10.15829/291560-4071-2020-4103
2020 Clinical practice guidelines for acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25 (11): 4103 (in Russ.). DOI: 10.15829/291560-4071-2020-4103
8. Helft G., Georges J.L., Mouranche X., Loyeau A., Spaulding C., Caussin C. et al. Outcomes of primary percutaneous coronary interventions in nonagenarians with acute myocardial infarction. *Int. J. Cardiol.* 2015; 192: 24–29.
9. Dziewierz A., Siudak Z., Rakowski T., Dubiel J.S., Dudek D. Age-related differences in treatment strategies and clinical outcomes in unselected cohort of patients with ST-segment elevation myocardial infarction transferred for primary angioplasty. *J. Thromb. Thrombolysis.* 2012; 34: 214–221. DOI: 10.1007/s11239-012-0713-y
10. Presutti D.G., D’Ascenzo F., Omedè P., Biondi-Zoccai G., Moretti C., Bollati M. et al. Percutaneous coronary intervention in nonagenarian. *J. Cardiovasc. Med.* 2013; 14 (11): 773–779. DOI: 10.2459/jcm.0b013e3283619410
11. Călmăc L., Bătilă V., Ricci B., Vasiljevic Z., Kedev S., Gustiene O. et al. Factors associated with use of percutaneous coronary intervention among elderly patients presenting with ST segment elevation acute myocardial infarction (STEMI): results from the ISACS-TC registry. *Int. J. Cardiol.* 2016; 217: S21–S26. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.06.227
12. Petroni T., Zaman A., Georges J.L., Hammoudi N., Berman E., Segev A. et al. Primary percutaneous coronary intervention for ST elevation myocardial infarction in nonagenarians. *Heart.* 2016; 102 (20): 1648–1654. DOI: 10.1136/heartjnl-2015-308905
13. Bromage D.I., Jones D.A., Rathod K.S., Grout C., Iqbal M.B., Lim P. et al. Outcome of 1051 octogenarian patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention: observational cohort from the London Heart Attack Group. *J. Am. Heart Assoc.* 2016; 5 (6): e003027. DOI: 10.1161/JAHA.115.003027

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.126.52-053.9-089.819.5-06

Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациента 92 лет с высоким хирургическим риском

К.В. Петросян[✉], М.А. Чобанян, Ю.И. Бузиашвили, Г.М. Дадабаев, А.В. Караев

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

Чобанян Мери Артуровна, аспирант; orcid.org/0009-0007-5890-3092

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

Дадабаев Гуламжан Мураджанович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-2564-5716

Караев Аслан Викторович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1587-0573

Резюме

В связи с увеличением общей продолжительности жизни проблема аортального стеноза приобретает особую значимость в связи с высоким показателем смертности. В то же время отмечается заметный рост численности пациентов с серьезной сопутствующей патологией, относящихся к группам высокого риска открытой хирургической коррекции. Учитывая последние достижения в области медицины, на сегодняшний день транскатетерная имплантация является альтернативой хирургической замене аортального клапана у пациентов с высоким хирургическим риском. В данной статье представлен клинический случай выполнения транскатетерной имплантации аортального клапана у пациента с высоким хирургическим риском в возрасте 92 лет.

Ключевые слова: аортальный стеноз, транскатетерная имплантация аортального клапана, аортальный клапан

Для цитирования: Петросян К.В., Чобанян М.А., Бузиашвили Ю.И., Дадабаев Г.М., Караев А.В. Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациента 92 лет с высоким хирургическим риском. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 42–50. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-42-50

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.01.2025
Принята к печати 12.03.2025

Transcatheter aortic valve implantation in a high surgical risk patient aged 92 years

K.V. Petrosyan[✉], M.A. Chobanyan, Yu.I. Buziashvili, G.M. Dadabaev, A.V. Karaev

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 Examination and Treatment of the Heart and Blood Vessels; orcid.org/0000-0002-3370-0295, e-mail: karen.petros@gmail.com

Meri A. Chobanyan, Postgraduate; orcid.org/0009-0007-5890-3092

Yuriy I. Buziashvili, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Head of Clinical and Diagnostic Department; orcid.org/0000-0001-7016-7541

Gulumzhan M. Dadabaev, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2564-5716

Aslan V. Karaev, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1587-0573

Abstract

Because of the aging of the population, aortic stenosis is the most common valve lesion of the heart and is characterized by a high mortality rate. In recent years, the trend toward increased life expectancy is accompanied

by a marked increase in the number of elderly and geriatric patients, as well as patients with serious concomitant pathology, belonging to high-risk groups for open surgical correction. Given recent medical advances, transcatheter implantation is currently an alternative to surgical aortic valve replacement in patients at high surgical risk. This article presents a clinical case of transcatheter aortic valve implantation in a patient with high surgical risk at the age of 92 years.

Keywords: aortic stenosis, transcatheter aortic valve implantation, aortic valve

For citation: Petrosyan K.V., Chobanyan M.A., Buziashvili Yu.I., Dadabaev G.M., Karaev A.V. Transcatheter aortic valve implantation in a high surgical risk patient aged 92 years. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 42–50 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-42-50

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

Received January 14, 2025

Accepted March 12, 2025

Введение

Возрастная структура населения вносит существенный вклад в определение задач и основных направлений здравоохранения. Старение населения относится к одним из основных проблем для современного общества и является следствием процесса урбанизации. По официальным данным Организации объединенных наций (ООН), увеличение процента пожилых людей в общей численности населения наблюдается практически во всех странах мира. Ожидается, что к 2050 г. доля населения планеты в возрасте 65 лет и старше увеличится до 16% и превысит число детей в возрасте до 5 лет почти в 2 раза [1]. В связи с полученными данными на сегодняшний день геронтология занимает важное место в современном научном пространстве.

В настоящее время по мере увеличения продолжительности жизни и улучшения качества здравоохранения все большее число людей достигает преклонного возраста, что приводит к росту числа заболеваний [2]. Согласно статистике ООН, существует три группы соматических заболеваний, которые являются основными причинами смертности в мире. Заболевания сердечно-сосудистой системы обладают наивысшим приписываемым риском – 31,6%, далее следуют злокачественные новообразования – 16,4% и хронические респираторные заболевания – 6,9%.

В индустриально развитых странах третье место среди сердечно-сосудистых заболеваний занимает стеноз аортального клапана, уступая лишь ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии [3], а среди приобретенных пороков сердца он занимает первое место [4]. На сегодняшний день аортальный стеноз (АС) представляет собой деген-

еративное заболевание, связанное с возрастной кальцификацией створок клапана [5–7]. По данным исследования W.C. Roberts et al., признаки кальциноза аортального клапана по эхокардиографическим показаниям диагностируются приблизительно в 40% случаев у пациентов старше 60 лет, тогда как среди пациентов старше 80 лет эти изменения выявляются уже в 75% случаев [8]. Также, по данным G.W. Eveborn et al., встречаемость стеноза аортального клапана в общей популяции составляет около 0,2% у пациентов в возрасте от 50 до 59 лет, до 1,3% – в 60–69 лет, до 3,9% – у пациентов в возрасте 70–79 лет и 9,8% – у лиц старше 80 лет [9]. Таким образом, можно сказать, что кальцинированный АС считается болезнью старческого возраста и растет параллельно демографическому старению населения.

«Золотым стандартом», с хорошими ранними и отдаленными результатами, у пациентов с критическим стенозом аортального клапана является его хирургическое протезирование. Однако сегодня наблюдается рост числа пожилых пациентов, нуждающихся в кардиохирургическом вмешательстве, но не подходящих для открытой операции из-за высокого хирургического риска и тяжелой коморбидной патологии. Многочисленные исследования показали, что хирургическое протезирование аортального клапана (ПАК) у пациентов пожилого возраста с различными сопутствующими заболеваниями связано с высоким уровнем госпитальной летальности, который, по данным разных исследователей, составляет от 11 до 15% [10, 11]. Согласно исследованию «Euro Heart Survey», 33% пациентов в европейской популяции, страдающих критическим АС, не рассматриваются врачами в качестве кандидатов для хирургического

лечения [12]. Все это послужило стимулом к разработке менее инвазивных методов лечения у пациентов с данным пороком.

В настоящее время альтернативным методом хирургического лечения тяжелого стеноза аортального клапана является его транскатетерная имплантация (ТИАК). Данное вмешательство, предложенное A. Cribier et al. в 2002 г., стало безопасной и эффективной эндоваскулярной процедурой, используемой при лечении АС у пациентов с высоким хирургическим риском, и альтернативой открытой операции в условиях искусственного кровообращения у этой категории пациентов за счет меньшей частоты осложнений в послеоперационном периоде.

По состоянию на 2021 г. во всем мире (более чем в 65 странах) выполнено свыше 800 000 эндоваскулярных транскатетерных имплантаций по поводу критического АС. В Российской Федерации за последние 5 лет количество ТИАК увеличилось более чем в 3 раза и в 2022 г. составило более 1500 процедур [13, 14].

В настоящее время ТИАК является не только альтернативой хирургическому вмешательству для пациентов с «неоперабельным» статусом, но и предпочтительным методом у больных, ранее перенесших ПАК. На фоне общемировой тенденции к увеличению числа установок аортальных биопротезов ожидается рост количества повторных вмешательств, так как проблема долговечности биопротезов и устойчивости реконструктивных операций становится все более значимой на фоне увеличения продолжительности жизни пациентов. За последние годы методика клапан в клапан при ТИАК получила широкое распространение, открыв новые возможности и расширив показания для лечения данных пациентов [15]. На сегодняшний день, согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов, ТИАК по методикам клапан в клапан рассматривается как актуальный метод лечения при дегенеративных изменениях биологического аортального клапана у пациентов с высоким хирургическим риском [16].

Проведенные исследования демонстрируют эффективность и значимый вклад процедуры ТИАК в современной медицине. Благодаря высокой эффективности при относительно малой инвазивности, ТИАК признана мировым достижением в области кардиохирургии

и открывает новые перспективы в лечении критического стеноза аортального клапана у пациентов пожилого возраста с высоким хирургическим риском.

Мы представляем клинический случай выполнения транскатетерной имплантации аортального клапана у пациента с высоким хирургическим риском в возрасте 92 лет.

Описание случая

Больной С., 92 года, госпитализирован в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с диагнозом: Сочетанный аортальный порок: критический стеноз и недостаточность 2 степени. Постоянная тахисистолическая форма фибрилляции предсердий. Риск тромбоэмболических осложнений по шкале CHA2DS2VASc 5 баллов, риск кровотечения по шкале HAS-BLED 3 балла. Хроническая болезнь почек С3б (скорость клубочковой фильтрации (СКФ) 39 мл/мин/1,73 м²). Гипертоническая болезнь 3 стадии, риск 4. Сахарный диабет II типа.

Из анамнеза известно, что дебют сердечно-сосудистых заболеваний состоялся в 2015 г., когда пациент впервые отметил высокие цифры артериального давления – до 220/110 мм рт. ст. (адаптирован к артериальному давлению 140/80 мм рт. ст.). С данного периода больному впервые была назначена гипотензивная терапия, которую он принимает по настоящее время. Также с 2021 г. у пациента отмечается постоянная форма фибрилляции предсердий.

Ухудшение состояния больной отмечает с 2023 г. в виде прогрессирования признаков сердечной недостаточности – одышка при минимальных физических нагрузках и снижение толерантности к ним. В этом же году пациенту по месту жительства впервые был диагностирован тяжелый стеноз аортального клапана.

Больной направлен в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева для дополнительного обследования и решения вопроса о дальнейшей тактике лечения аортального порока. В период госпитализации было проведено полное клинико-лабораторное и инструментальное предоперационное обследование, включая селективную коронарографию, эхокардиографию (ЭхоКГ), электрокардиографию (ЭКГ), ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) периферических артерий, холтеровское мониторирование ЭКГ и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ).

По результатам коронарографии: правый тип кровоснабжения миокарда, без гемодинамически значимых сужений. Результаты селективной коронарографии представлены на рисунке 1.

По данным ЭхоКГ: фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) составила 65%. Максимальная скорость на аортальном клапане 6,9 м/с, регургитация 2 степени, среднесистолический градиент давления 97 мм рт. ст. Расчетная площадь отверстия АК 0,3 см². Митральная регургитация 2 степени. Легочная гипертензия (расчетное давление 65 мм рт. ст.).

По данным ЭКГ: фибрилляция предсердий с частотой сердечных сокращений (ЧСС) 54 уд/мин.

При холтеровском мониторингировании ЭКГ в течение всего времени регистрировалась фибрилляция предсердий с колебанием ЧСС от 33 до 101 уд/мин, в среднем 48 уд/мин. Желудочковые и наджелудочковые экстрасистолы не зарегистрированы. Вариабельность сердечного ритма в норме.

По данным УЗДС периферических артерий: бикаротидный гемодинамический незначимый стеноз брахиоцефальных артерий.

По данным МСКТ: атеросклеротическое поражение брюшной и грудной аорты, тотальный кальциноз аортального клапана. Размер на уровне фиброзного кольца (ФК) min 20 мм, max 23,6 мм. Диаметр выводного отдела левого желудочка min 17,8 мм, max 24,6 мм. Диаметр аорты на уровне синотубулярного соединения min 24,8 мм, max 25,4 мм. Левая и правая коронарные артерии отходят типич-

но, расстояние от уровня ФК АК до устья правой коронарной артерии 29,8 мм, расстояние от уровня ФК АК до устья левой коронарной артерии 29,7 мм. Диаметр восходящей аорты 30,5 × 30,2 мм. Угол наклона фиброзного кольца составил 52°. Отмечается наличие крупной кальцинированной бляшки правой общей бедренной артерии (ОБА) (рис. 2, 3).

Учитывая жалобы пациента и результаты инструментальных методов исследования, пациенту рекомендовано хирургическое лечение приобретенного порока сердца. Однако, принимая во внимание тяжесть состояния больного, возраст, сопутствующие патологии и результат по шкале EuroSCORE II (11,3%), выполнение операции в условиях искусственного кровообращения сопряжено с высоким риском периоперационных осложнений.

Основываясь на полученных результатах, мультидисциплинарной сердечной командой принято решение о проведении транскатетерной имплантации аортального клапана протезом ACURATE neo2 23 мм трансфеморальным доступом слева.

Операция осуществлялась в условиях общего обезболивания, доступом через левую общую бедренную артерию. Гепарин вводился из расчета 100 ЕД/кг под контролем времени активированного свертывания крови (более 250 с). После выполнения пункции под контролем Road map катетером типа «поросычий хвостик» проводилась аортография из некоронарного синуса для определения оптимальной проекции имплантации клапана (проекция трех синусов). Далее была выполнена катете-

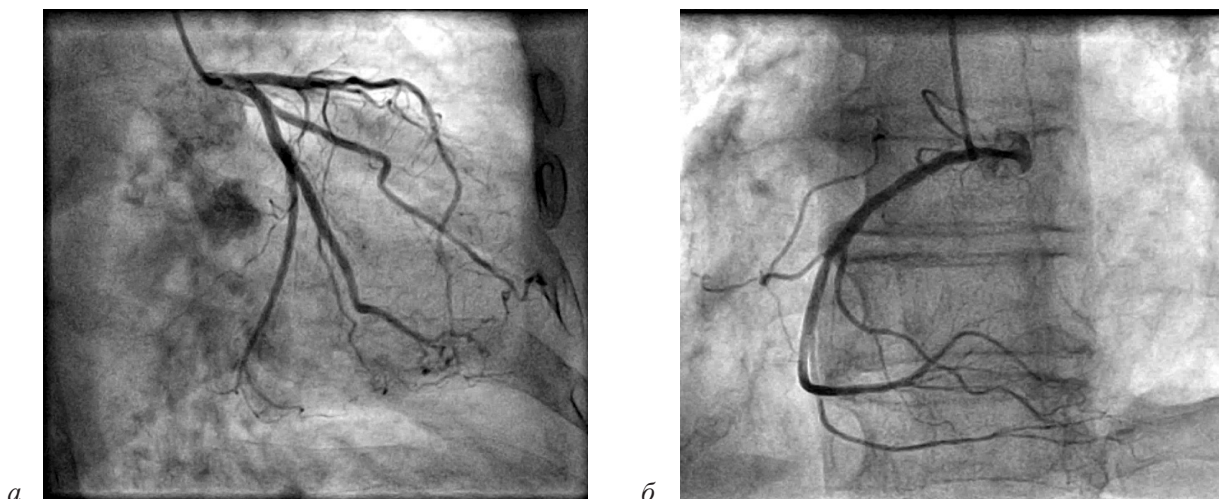


Рис. 1. Селективная коронарография пациента С.:

а – левая коронарная артерия; б – правая коронарная артерия

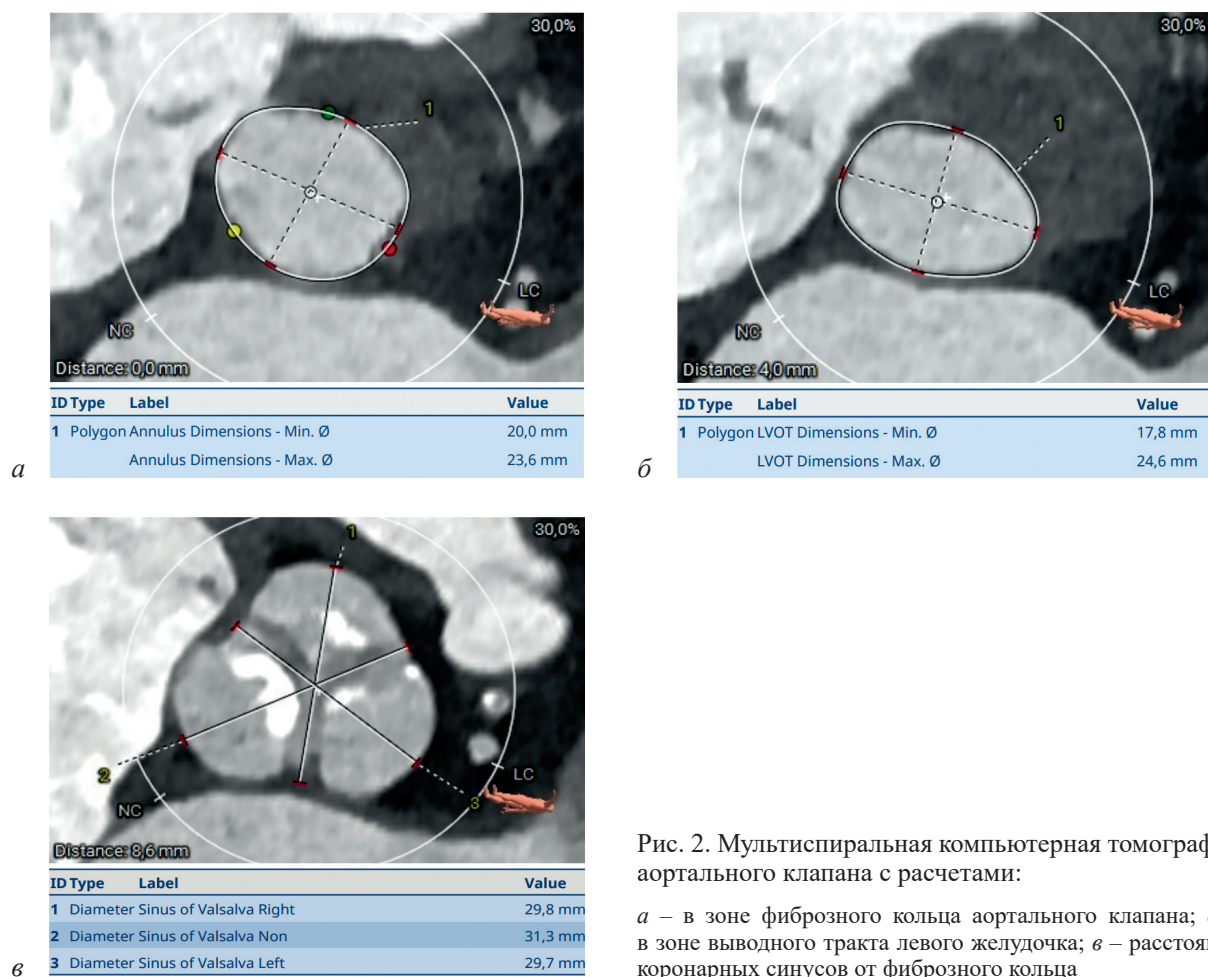


Рис. 2. Мультиспиральная компьютерная томография аортального клапана с расчетами:

а – в зоне фиброзного кольца аортального клапана; б – в зоне выводного тракта левого желудочка; в – расстояние коронарных синусов от фиброзного кольца

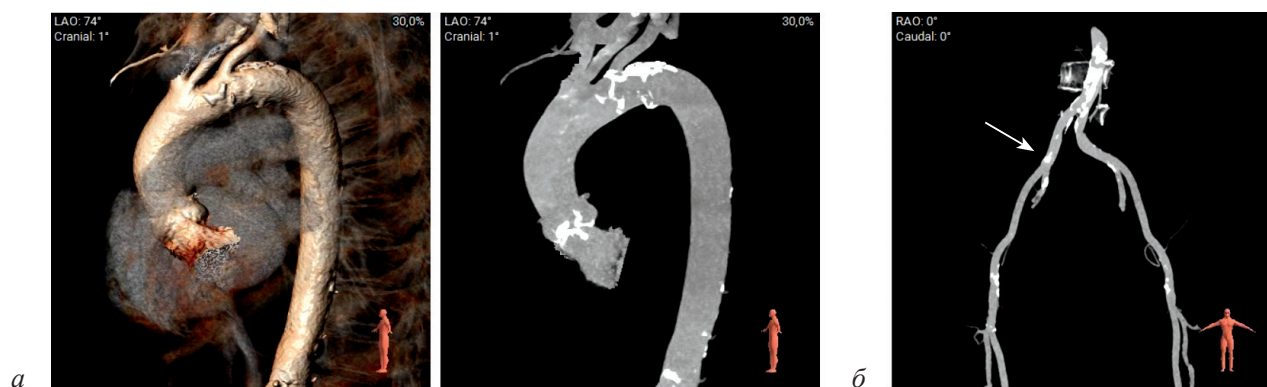


Рис. 3. Мультиспиральная компьютерная томография восходящего отдела аорты и артерий нижних конечностей:

а – атеросклеротическое поражение брюшной и грудной аорты; б – крупная кальцинированная бляшка правой ОБА (указана стрелкой)

ризация полости левого желудочка катетером Amplatzer 2, с последующей заменой на катетер типа «поросычий хвостик». После этого проведена замена интродьюсера на «разрывной» интродьюсер iSleeve, а затем выполнена баллонная предилатация аортального клапана баллонным катетером размером 18–40 мм

на фоне временной навязки с частотой до 180 уд/мин с одномоментной аортографией корня аорты. Следующим этапом в позицию аортального клапана доставлен и имплантирован биологический протез ACURATE neo2 23 мм. При контрольной аортографии получен хороший результат, клапан имплантирован

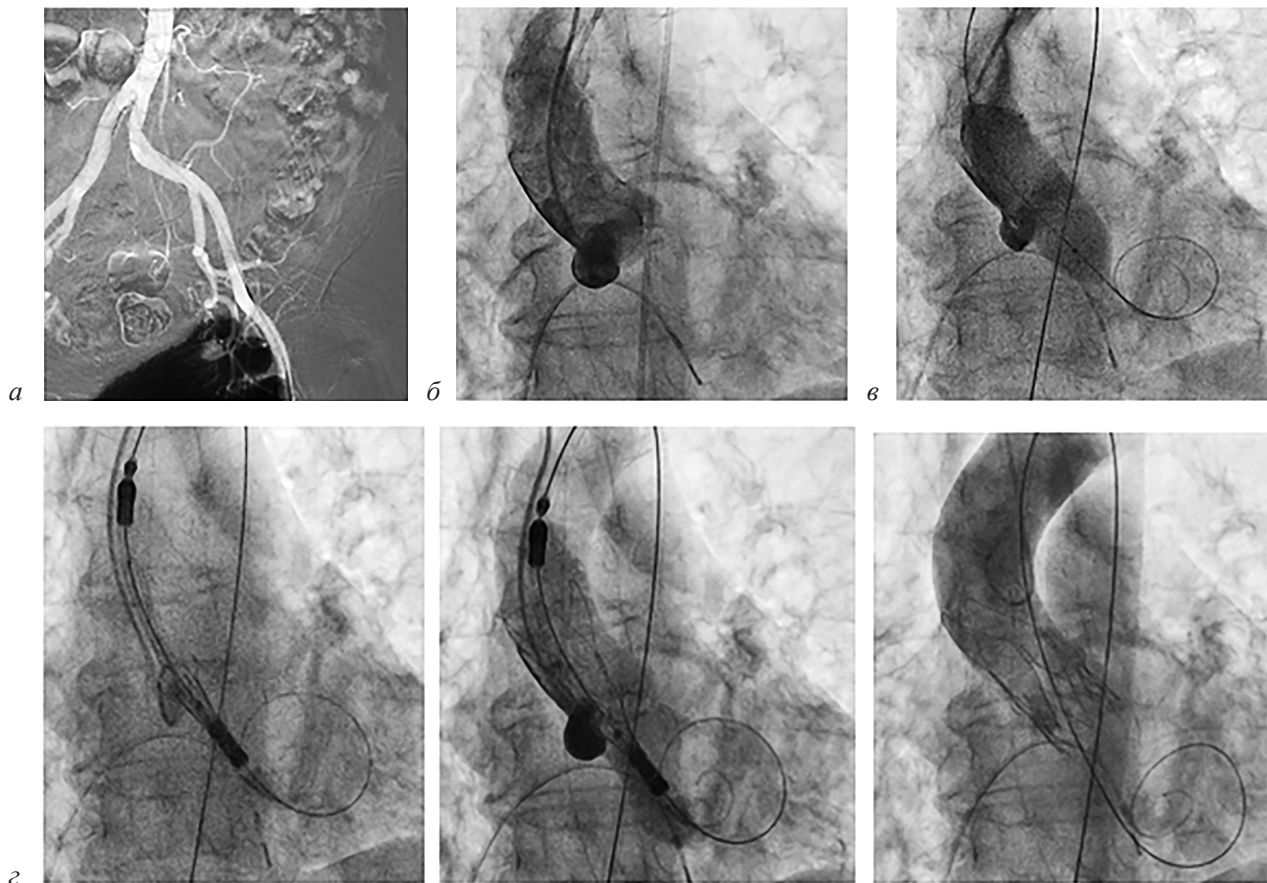


Рис. 4. Этапность проведения транскатетерной имплантации аортального клапана:

a – пункция *a. femoralis* слева; *б* – аортография корня аорты для определения проекции; *в* – баллонная дилатация аортального клапана; *г* – имплантация аортального клапана ACURATE neo2

в желаемую позицию, признаков аортальной регургитации не выявлено, коронарные артерии хорошо визуализировались, кровоток по ним не скомпрометирован. Этапность операции представлена на рисунке 4.

По данным интраоперационной ЭхоКГ: хорошая визуализация протеза аортального клапана. ФВ ЛЖ 56%. Скорость на аортальном клапане 1,8 м/с, пиковый/средний градиент на аортальном клапане составил 7/4 мм рт. ст., регургитации (центральной и парапротезной) нет. Жидкости в полости перикарда не выявлено.

Пациент переведен в отделение из палаты интенсивной терапии спустя 17 ч после операции. Послеоперационный период протекал без особенностей. По данным контрольной ЭхоКГ через 4 дня после операции: ФВ ЛЖ 53%, пиковый/среднесистолический градиент на аортальном клапане 15/8 мм рт. ст., парапротезной и центральной регургитации не выявлено. Больной выписан из стационара на 7-е сутки после вмешательства.

Обсуждение

За последние два десятилетия процедура транскатетерной имплантации аортального клапана произвела революцию в терапии тяжелого аортального стеноза [17]. Внедрение ТИАК в клиническую практику и последующий стремительный рост частоты применения данной процедуры во всем мире, а также ее малая инвазивность и низкий риск осложнений привели к некоторому увеличению научных публикаций, демонстрирующих результаты применения ТИАК у пациентов преклонного возраста с высоким хирургическим риском. В обновленных рекомендациях ESC/EACTS 2021 г. данная процедура рекомендована возрастным пациентам или пациентам с высоким хирургическим риском – класс и уровень IA [18].

Однако во многих крупных рандомизированных исследованиях больные пожилого возраста (≥ 90 лет) с критическим АС составляют лишь небольшую часть пациентов, и поэтому

Исследования, сравнивающие результаты ТИАК у пациентов различных возрастных групп

Автор исследования	Страна, год	Число пациентов		Основные выводы
		Возраст ≥90 лет	Возраст <90 лет	
W. Vlastra et al. [19]	США, Бразилия, Израиль, Европа; 2019 г.	882	11 499	Показатели 30-дневной смертности (9,9% против 5,4%; ОР 1,8, 95% ДИ 1,4–2,3; $p = 0,001$), частоты развития госпитального инсульта (3,0% против 1,9%; ОР 1,5, 95% ДИ 1,0–2,3; $p = 0,04$), крупных или угрожающих жизни кровотечений (8,1% против 5,5%; ОР 1,6, 95% ДИ 1,1–2,2; $p = 0,004$) и первые возникшей фибрилляции предсердий (7,9% против 5,2%; ОР 1,6, 95% ДИ 1,1–2,2; $p = 0,01$) были выше у пациентов ≥ 90 лет
J. Stehli et al. [20]	Австралия; 2019 г.	71	517	Смертность составила 0% у пациентов в возрасте ≥90 лет через 30 дней (по сравнению с 1,4% у пациентов в возрасте < 90 лет; $p = 0,82$) и 12% через 1 год (по сравнению с 7,4% у пациентов в возрасте < 90 лет; отношение рисков 1,64; $p = 0,20$). Достоверных различий по перипроцедурным осложнениям и смертности через 5 лет между двумя группами не выявлено
M. Noguchi et al. [21]	Япония; 2020 г.	375	2 213	Достоверных различий по 2-летней смертности (22,0% против 17,3%; $p = 0,11$) и инсульту (5,5% против 3,9%; $p = 0,31$) не было обнаружено; однако частота повторной госпитализации с сердечной недостаточностью через 2 года была больше у пациентов старше 90 лет (13,3% против 9,0%; $p = 0,03$). У пожилых людей старше 90 лет женский пол (ОР 0,43, 95% ДИ 0,26–0,74; $p = 0,002$), стадия хронической болезни почек ≥ 4 (ОР 2,14, 95% ДИ 1,21–3,64; $p = 0,01$) и показатель по шкале клинической слабости ≥ 4 (ОР 1,82, 95% ДИ 1,02–3,42; $p = 0,04$) были независимо связаны с 2-летней смертностью
J. Blumenstein et al. [22]	Германия; 2020 г.	2 436	30 615	У пациентов старше 90 лет необходимость в имплантации кардиостимулятора была значительно выше (27,2% против 24,8%; $p > 0,001$). Частота других типичных постпроцедурных осложнений, таких как тяжелые кровотечения и сосудистые осложнения, была сопоставима между группами. Показатели смертности в течение 30 дней (5,2% против 3,9%) и 1 года (22,7% против 17,7%) были значительно выше среди пациентов старшей возрастной группы, и возраст ≥ 90 лет можно было определить как изолированный фактор риска смертности
A. Matta et al. [23]	Франция; 2022 г.	250	1 058	Имплантация кардиостимулятора (12,4% против 12,1%), инсульт (2% против 1,8%) и серьезные сосудистые осложнения (9,2% против 6,7%) чаще имели место у пациентов ≥90 лет, тогда как острое повреждение почек (1,2% против 2,7%) и крупные кровотечения (3,2% против 3,4%) чаще встречались в группе пациентов моложе 90 лет. У пациентов ≥90 лет выше вероятность развития серьезных сосудистых осложнений (ОР 1,76, 95% ДИ 1,04–3, $p = 0,03$). Распространенность госпитальной смертности у пациентов ≥90 лет и моложе 90 лет составила 5,2 и 2% соответственно. Анализ выживаемости показал значительную разницу в смертности только в период госпитализации ($p = 0,04$)

Примечание. ОР – коэффициент риска; ДИ – доверительный интервал.

долгосрочные исходы остаются недостаточно изученными. Тем не менее несколько проведенных ранее исследований показали противоречивые результаты в отношении клинических исходов, включая краткосрочную и долгосрочную смертность и процедурные осложнения, между пожилыми и относительно более молодыми пациентами, перенесшими ТИАК [19–24]. Исследования, сравнивающие результаты ТИАК у пациентов различных возрастных групп, представлены в таблице.

Заключение

Транскатетерная имплантация аортального клапана демонстрирует удовлетворительные результаты при применении у пациентов преклонного возраста. Низкая летальность, благоприятные клинические исходы, незначительная распространенность серьезных послеоперационных осложнений делают ТИАК предпочтительным методом и процедурой выбора лечения пожилых пациентов, страдающих тяжелым АС. Описанный клинический случай свидетельствует о возможности эффективной коррекции критического стеноза аортального клапана у пациента в возрасте старше 90 лет, с наличием сопутствующей патологии, с помощью технологии транскатетерной имплантации аортального клапана. Надлежащий отбор пациентов и тщательное процедурное планирование, включая выбор доступа к артериальному руслу, типа и размера клапана ТИАК, а также правильный послеоперационный уход, в том числе соответствующие реабилитационные мероприятия, способствуют снижению риска смертности от ТИАК.

Литература/References

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World population prospects 2022: Methodology of the United Nations population estimates and projections. UN DESA/POP/2022/TR/NO.4.
2. Соколов В.В., Пархоменко М.В., Ковалёв А.И., Владимиров В.В., Ширяева О.Л., Бикбова Н.М., Тимербаев В.Х. Сравнительная оценка методов протезирования аортального клапана у больных старше 70 лет с аортальным стенозом. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2018; 7 (3): 227–233. DOI: 10.23934/2223-9022-2018-7-3-227-233 Sokolov V.V., Parkhomenko M.V., Kovalev A.I., Vladimirov V.V., Shiryayeva O.L., Bikbova N.M., Timerbaev V.Kh. Comparative evaluation of aortic valve replacement methods in patients over 70 with aortic stenosis. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"*. 2018; 7 (3): 227–233 (in Russ.). DOI: 10.23934/2223-9022-2018-7-3-227-233
3. Несукай Е.Г., Ильяш М.Г. Приобретенные пороки сердца: Руководство по кардиологии. Под ред. В.Н. Коваленко. Киев: Морион; 2008: 941–962. Nesukay E.G., Ilyash M.G. Acquired heart defects. Handbook of cardiology. Ed. by V.N. Kovalenko. Kiev; 2008: 941–962 (in Russ.).
4. G  n  reux P., Stone G.W., O'Gara P.T., Marquis Gravel G., Redfors B., Giustino G. et al. Natural history, diagnostic approaches, and therapeutic strategies for patients with asymptomatic severe aortic stenosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016; 67 (19): 2263–2288. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.02.057
5. Снегирев М.А., Пайвин А.А., Денисюк Д.О., Хван Н.Е., Сичинава Л.Б., Шарафутдинов В.Э. Результаты мининвазивного протезирования аортального клапана. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2019; 178 (3): 16–20. DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-3-16-20 Snegirev M.A., Payvin A.A., Denisyuk D.O., Khvan N.E., Sichinava L.B., Sharafutdinov V.E. Outcomes of the minimally invasive aortic valve replacement. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019; 178 (3): 16–20 (in Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-3-16-20
6. Антикеев А.М., Шамуратов И.К., Мукашев О.С., Дюржанов А.А., Даиров Д.С., Абильтяев А.М., Курманов А.М. Протезирование аортального клапана через переднюю мини-тораотомию справа. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2016; 58 (3): 176–178. Antikeev A.M., Shamuratov I.K., Mukashev O.S., Dyurzhanov A.A., Dairov D.S., Abil'taev A.M., Kurmanov A.M. Aortic valve replacement through right anterior mini-thoracotomy. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2016; 58 (3): 121–184 (in Russ.).
7. Бокерия Л.А., Цукерман Г.И., Скопин И.И. Современное состояние и первый опыт мининвазивной хирургии пороков клапанов сердца. *Анналы хирургии*. 1997; 6: 61–65. Bockeria L.A., Tsukerman G.I., Skopin I.I. Current state and first experience of minimally invasive surgery of heart valve diseases. *Russian Annals of Surgery*. 1997; 6: 61–65 (in Russ.).
8. Roberts W.C., Ko J.M. Frequency by decades of unicuspid, bicuspid and tricuspid aortic valves in adults having isolated aortic valve replacement for aortic stenosis with or without associated aortic regurgitation. *Circulation*. 2005; 111: 920–925. DOI: 10.1161/01.CIR.0000155623.48408.C5
9. Eveborn G.W., Schirmer H., Lunde P., Rasmussen K. The evolving epidemiology of valvular aortic stenosis: the Troms   Study. *Heart*. 2013; 99 (6): 396–400. DOI: 10.1136/heartjnl-2012-302265
10. Gehlot A., Mullany C.J., Ilstrup D., Schaff H.V., Orzulak T.A., Morris J.J., Daly R.C. Aortic valve replacement in patients aged eighty years and older: early and long-term results. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1996; 111 (5): 1026–1036. DOI: 10.1016/s0022-5223(96)70379-3
11. Sundt T.M., Bailey M.S., Moon M.R., Mendeloff E.N., Huddleston C.B., Pasque M.K. et al. Quality of life after aortic valve replacement at the age of >80 years. *Circulation*. 2000; 102 (19): 70–74. DOI: 10.1161/01.cir.102.suppl_3.iii-70
12. Iung B., Cachier A., Baron G., Messika-Zeitoun D., Delahaye F., Tornos P. et al. Decision-making in elderly patients with severe aortic stenosis: why are so many denied surgery? *Eur. Heart J.* 2005; 26 (24): 2714–2720. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi471
13. Бокерия Л.А., Алесян Б.Г., Пурсанов М.Г., Мироненко В.А., Бокерия О.Л., Макаренко В.Н. и др. Транска-

- терная имплантация аортального клапана: первый опыт в России. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2011; 2: 4–10.
- Bockeria L.A., Alekyan B.G., Pursanov M.G., Mironenko V.A., Bockeria O.L., Makarenko V.N. et al. Transcatheter implantation of the aortic valve: the first experience in Russia. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2011; 2: 4–10 (in Russ.).
14. Алесян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2020 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2021; 8 (специальный выпуск): S5–S248. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8S-S5-S248

Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Rentgenendovascular diagnostics and treatment of diseases of the heart and vessels in the Russian Federation – 2020. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2021; 8 (Special Issue): S5–S248 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8S-S5-S248

 15. Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Лосев В.В., Петросян М.В. Транскатетерная имплантация аортального клапана valve-in-valve на фоне деструкции биологического аортального протеза у пациентки с высоким хирургическим риском. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2023; 24 (1): 79–86. DOI: 10.24022/1810-0694-2023-24-1-79-86

Petrosyan K.V., Dadabaev G.M., Losev V.V., Petrosyan M.V. Management of severe aortic regurgitation of the destructed biological aortic valve using the valve-in-valve transcatheter aortic replacement technique in patients with high surgical risk. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2023; 24 (1): 79–86 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2023-24-1-79-86

 16. Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Титов Д.А., Соркомов М.Н., Салохиддинов М.А., Лосев В.В. и др. Успешное репротезирование аортального клапана с использованием методики valve-in-valve после ранее выполненного протезирования аортального клапана бесшовным двухкомпонентным биологическим протезом Arbor Trilogy. *Эндоваскулярная хирургия*. 2021; 8 (2): 215–221. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-2-215-221

Petrosyan K.V., Dadabaev G.M., Titov D.A., Sorkomov M.N., Salokhiddinov M.A., Losev V.V. et al. Successful aortic valve replacement using the valve-in-valve technique after a previous aortic valve replacement with the arbor trilogy sutureless two-piece biological prosthesis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2021; 8 (2): 215–221 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-2-215-221

 17. Джидзалова Д.Х., Бердибеков Б.Ш., Булаева Н.И., Петросян К.В., Мрикаев Д.В., Кудряшова Е.Н. и др. Предикторы имплантации электрокардиостимулятора после транскатетерной имплантации аортального клапана. *Креативная кардиология*. 2023; 17 (4): 525–535. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-4-525-535

Dzhidzalova D.Kh., Berdibekov B.Sh., Bulaeva N.I., Petrosian K.V., Mrikaev D.V., Kudryashova E.N. et al. Predictors of pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation. *Creative Cardiology*. 2023; 17 (4): 525–535 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-4-525-535

 18. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F., Milojevic M., Baldus S., Bauersachs J. et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur. Heart J*. 2022; 43 (7): 561–632. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395
 19. Vlastra W., Chandrasekhar J., Vendrik J., Gutierrez-Ibanez E., Tchétché D., de Brito FS Jr. et al. Transfemoral TAVR in nonagenarians: from the CENTER collaboration. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (10): 911–920. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.02.031
 20. Stehli J., Koh J., Duffy S., Stub D., Dick R., Walton A. et al. Comparison of outcomes of transcatheter aortic valve implantation in patients aged > 90 years versus < 90 years. *Am. J. Cardiol.* 2019; 124 (7): 1085–1090. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.06.026
 21. Noguchi M., Tabata M., Obunai K., Shibayama K., Ito J., Watanabe H. et al. Clinical outcomes of transcatheter aortic valve implantation (TAVI) in nonagenarians from the optimized catheter valvular intervention-TAVI registry. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97 (1): E113–E120. DOI: 10.1002/ccd.28935
 22. Blumenstein J., Möllmann H., Bleiziffer S., Bauer T., Ensminger S., Bekerredjian R. et al. Transcatheter aortic valve implantation in nonagenarians: insights from the German Aortic Valve Registry (GARY). *Clin. Res. Cardiol.* 2020; 109 (9): 1099–1106. DOI: 10.1007/s00392-020-01601-4
 23. Matta A., Lhermusier T., Bouisset F., Parada F.C., ELBaz M., Nader V. et al. Outcomes of transcatheter aortic valve implantation in nonagenarians compared to younger than 90 year old patients. *Am. J. Med.* 2022; 135 (6): 745–751. DOI: 10.1016/j.amjmed.2022.02.024
 24. Бабешко С.С., Барбухатти К.О., Шумков Д.И., Калед В.И., Порханов В.А. Предикторы неблагоприятных исходов в ранние и отдаленные сроки после протезирования аортального клапана у больных с тяжелой систолической дисфункцией левого желудочка. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2024; 66 (2): 166–177. DOI: 10.24022/0236-2791-2024-66-2-166-177

Babeshko S.S., Barbukhatti K.O., Shumkov D.I., Kaleda V.I., Porkhanov V.A. Predictors of adverse outcomes in the early and late periods after aortic valve replacement in patients with severe left ventricular systolic dysfunction. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2024; 66 (2): 166–177 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-2024-66-2-166-177

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.13-008.64-053.9-089.819.5

Применение системы реолитической тромбаспирации в лечении острой артериальной недостаточности нижней конечности у пожилого пациента после неэффективной хирургической тромбэктомии

В.А. Калюжный¹✉, Р.С. Тупикин¹, А.Г. Кузьмин¹, С.К. Чибиров¹, А.Н. Федорченко^{1,2}, В.А. Порханов^{1,2}

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

² ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Российская Федерация

✉ **Калюжный Владислав Алексеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0000-5341-1856, e-mail: kaluzhnyyvladislav@mail.ru

Тупикин Роман Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-5313-4542

Кузьмин Андрей Георгиевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0005-1572-716X

Чибиров Сослан Каурбегович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-1656-2692

Федорченко Алексей Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения¹, ассистент кафедры²; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Порханов Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, главный врач¹, заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии²; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Резюме

Атеросклероз артерий нижних конечностей развивается у пациентов с частотой, которая сильно зависит от возраста. У пожилых пациентов данное заболевание встречается довольно часто, а также нередко имеется сопутствующая патология, отягощающая течение основного заболевания и влияющая на тактику лечения. Проблема остро возникшей окклюзии артерий нижних конечностей подразумевает оказание экстренной хирургической помощи. Однако, учитывая возраст пациента и наличие сопутствующих заболеваний, мы не всегда можем выполнить открытое хирургическое вмешательство без высоких рисков во время операции и в послеоперационном периоде. На сегодняшний день существует эндоваскулярная методика активной тромбаспирации устройством AngioJet, позволяющая с минимальными рисками для пациента пожилого возраста восстановить проходимость артерий нижних конечностей при остро возникшей угрозе ее потери.

В данной статье описан клинический случай успешного применения устройства активной тромбаспирации с последующей баллонной ангиопластикой артерий правой нижней конечности у пожилого пациента с клиникой острой ишемии, угрожающей потерей конечности. Учитывая возраст пациента, наличие сопутствующей патологии и неэффективность ранее выполненной прямой и непрямой тромбэктомии, нами было принято решение о проведении эндоваскулярного вмешательства.

Ключевые слова: атеросклероз, нижние конечности, тромбаспирация, ишемия

Для цитирования: Калюжный В.А., Тупикин Р.С., Кузьмин А.Г., Чибиров С.К., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Применение системы реолитической тромбаспирации в лечении острой артериальной недостаточности нижней конечности у пожилого пациента после неэффективной хирургической тромбэктомии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 51–59. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-51-59

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.01.2025
Принята к печати 11.03.2025

The use of a rheolytic thromboaspiration system in the treatment of acute arterial insufficiency of the lower extremity in an elderly patient after ineffective surgical thrombectomy

V.A. Kalyuzhnyy¹✉, R.S. Tupikin¹, A.G. Kuzmin¹, S.K. Chibirov¹, A.N. Fedorchenko^{1,2}, V.A. Porkhanov^{1,2}

¹ Research Institute – Regional Clinic Hospital No. 1 named after S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

✉ **Vladislav A. Kalyuzhnyy**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0000-5341-1856, e-mail: kaluzhnyyvladislav@mail.ru

Roman S. Tupikin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5313-4542

Andrey G. Kuzmin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0005-1572-716X

Soslan K. Chibirov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1656-2692

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

Vladimir A. Porkhanov, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Chief Physician, Chief of Chair of Oncology with a Course in Thoracic Surgery; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Abstract

Atherosclerosis of the arteries of the lower extremities develops in patients with a frequency that strongly depends on age. In elderly patients, this disease is quite common, and there is also often a concomitant pathology that aggravates the course of the underlying disease and affects treatment tactics. The problem of acute occlusion of the arteries of the lower extremities implies the provision of emergency surgical care. However, given the patient's age and the presence of concomitant diseases, we cannot always perform open surgery without high risks during surgery and in the postoperative period. To date, there is an endovascular technique of active thromboaspiration with the AngioJet device, which allows restoring patency of the arteries of the lower extremities with minimal risks for an elderly patient in case of an acute threat of its loss.

In this article, we described a clinical case of successful use of an active thromboaspiration device followed by balloon angioplasty of the arteries of the right lower limb in an elderly patient with a clinic of acute ischemia threatening limb loss. Taking into account the patient's age, the presence of concomitant pathology and the ineffectiveness of previously performed direct and indirect thrombectomy, we decided to perform endovascular intervention.

Keywords: atherosclerosis, lower extremities, thromboaspiration, ischemia

For citation: Kalyuzhnyy V.A., Tupikin R.S., Kuzmin A.G., Chibirov S.K., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. The use of a rheolytic thromboaspiration system in the treatment of acute arterial insufficiency of the lower extremity in an elderly patient after ineffective surgical thrombectomy. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 51–59 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-51-59

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

Received January 23, 2025

Accepted March 11, 2025

Введение

Заболевание периферических артерий (ЗПА) – хроническое заболевание артерий нижних конечностей, обусловленное атеросклерозом. Атеросклеротическое поражение артерий нижних конечностей может вызывать перемежающуюся хромоту, проявляющуюся болью или слабостью при ходьбе, уменьшающуюся в покое. Мышечная боль или слабость, вызванные физической нагрузкой, возникают дистальнее артериальной обструкции. Поскольку атеросклерозом чаще всего поража-

ются поверхностные бедренные (ПБА) и подколенные (ПКА) артерии, боль при перемежающейся хромоте чаще всего локализуется в икре. Атеросклеротическая обструкция подвздошного сегмента может вызывать боли в ягодицах или бедрах, а также в ногах. Распространенность ЗПА увеличивается с возрастом и составляет 5,6% – у лиц в возрасте от 38 до 59 лет, 15,9% – от 60 до 69 лет и 33,8% – от 70 до 82 лет [1].

Поскольку артериальная окклюзионная болезнь встречается преимущественно у пациентов старших возрастных групп, особый ин-

терес представляет тема реваскуляризации ишемизированных нижних конечностей у пожилых людей [2]. Показаниями к реваскуляризации являются: инвалидизирующая хромота, ограничивающая работу или образ жизни, критическая ишемия нижних конечностей, проявляющаяся болью в покое, незаживающими язвами и/или инфекцией, гангреной, а также васкулогенная импотенция. Однако только у половины пожилых пациентов с подтвержденным ЗПА проявляются симптомы данного заболевания. Это связано прежде всего с тем, что пожилые пациенты могут не ходить далеко или достаточно быстро, чтобы вызвать симптомы мышечной ишемии. У таких больных часто имеются сопутствующие патологии, в частности заболевания легких или суставов, что усложняет своевременную постановку диагноза и выявление показаний для выполнения своевременной реваскуляризации артерий нижних конечностей. Кроме того, возрастные пациенты могут иметь достаточное количество коллатеральных артериальных каналов, чтобы выдерживать длительную бессимптомную артериальную обструкцию [3].

Пожилым пациентом, перенесшим ампутацию нижней конечности, представляет собой особенно сложную проблему для реабилитации из-за высокой частоты сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, генерализованная мышечная слабость и артрит часто серьезно ограничивают использование протезов. Таким образом, у пожилых пациентов агрессивный диагностический и хирургический подход к реваскуляризации тяжело ишемизированных нижних конечностей имеет особое значение [2].

Открытая хирургическая операция у данных больных имеет ряд серьезных ограничений. У значительной части пациентов, которым требуется артериальная реваскуляризация по поводу критической ишемии, нет адекватной подкожной вены и необходимо использовать альтернативные кондуиты с меньшей проходимостью. Критическая ишемия нижних конечностей также отражает запущенную системную форму атеросклеротического заболевания, что подвергает пациента высокому риску осложнений после открытой хирургической реваскуляризации [4].

Ишемический процесс в нижней конечности может протекать в том числе и остро. Острая ишемия конечности определяется как

любое внезапное снижение кровоснабжения конечности, вызывающее потенциальную угрозу ее жизнеспособности [5]. Частота этого состояния составляет приблизительно 1,5 случая на 10 000 человек в год. В отличие от хронической ишемии, при которой коллатеральные кровеносные сосуды могут компенсировать окклюзированную артерию, острая ишемия угрожает жизнеспособности конечности, поскольку для роста новых кровеносных сосудов недостаточно времени, чтобы компенсировать потерю перфузии. В большинстве случаев для сохранения жизнеспособности конечности требуется срочная госпитализация и оперативная реваскуляризация [6].

Исходя из вышеизложенного, можно с уверенностью сделать вывод о важности использования эндоваскулярных методов лечения у пациентов пожилого возраста при наличии ишемии артерий нижних конечностей.

Описание случая

Пациент 86 лет поступил в экстренное приемное отделение с жалобами на боль и онемение в правой нижней конечности в покое. Данные жалобы появились остро и продолжались около 3 дней. Из анамнеза известно, что пациент более 20 лет страдает гипертонической болезнью, ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом II типа. Наблюдается у кардиолога по месту жительства, получает рекомендованную терапию. В анамнезе – облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей. До появления вышеуказанных жалоб дистанция безболевой ходьбы составляла более 200 м.

Пациент был осмотрен сосудистым хирургом в приемном отделении: определяется бледность кожных покровов правой голени и стопы, стопа холодная на ощупь, отеков и трофических изменений нет, активные движения сохранены, мышечная сила ослаблена. Пульсация в проекции правой общей бедренной артерии (ОБА) определяется; в проекции правой ПКА, правой артерии тыла стопы (АТС) и правой задней большеберцовой артерии (ЗББА) не определяется. Пациенту выполнено ультразвуковое сканирование с доплерографией артерий нижних конечностей. Правая нижняя конечность: наружная подвздошная артерия (НПА) проходима, кровоток магистральный. В проекции средней трети ОБА определяется гипозохогенная атероскле-

ротическая бляшка (АСБ), суживающая просвет на 40%. Глубокая бедренная артерия (ГБА) проходима, кровоток магистральный. В проекции средней трети ПБА определяется гипоехогенная АСБ, суживающая просвет на 40%, окклюзия в дистальной трети. ПкА – окклюзия выше уровня суставной щели. Передняя большеберцовая артерия (ПББА) – окклюзия в нижней трети, низкоскоростной коллатеральный кровоток. ЗББА – окклюзия в проксимальной трети, низкоскоростной коллатеральный кровоток. Левая нижняя конечность: НПА проходима, кровоток магистральный. В проекции средней трети ОБА – гипоехогенная АСБ, суживающая просвет на 30%. ГБА проходима, кровоток магистральный. В проекции проксимальной трети ПБА определяется гипоехогенная АСБ, суживающая просвет на 40%. В проекции средней трети ПББА – гипоехогенная АСБ, суживающая просвет на 30%. АТС проходима, кровоток магистральный. ЗББА проходима, кровоток магистральный. Выставлен основной диагноз: острый тромбоз ПБА, ПкА, ПББА и ЗББА правой нижней конечности. Осложнения основного заболевания: острая артериальная недостаточность (ОАН) правой нижней конечности, ПА степени. Сопутствующие заболевания: ИБС, стенокардия напряжения II ФК, гипертоническая болезнь III стадии, риск 4, сахарный диабет II типа, целевой уровень гликированного гемоглобина 7,5%.

Учитывая клинику острой ишемии правой нижней конечности, пациент в экстренном порядке был взят в открытую операцию, где сосудистыми хирургами была выполнена прямая и непрямая тромбэктомия из правых ПБА и ПкА. В послеоперационном периоде произошел регресс клиники ишемии и восстановление пульсации ПкА и дистальной пульсации на АТС правой нижней конечности. На следующие сутки динамического наблюдения у пациента отмечен возврат клиники ишемии, с отсутствием пульсации в проекции ПкА, АТС и дистальной пульсации ЗББА правой нижней конечности. Пациенту было вновь выполнено ультразвуковое сканирование с доплерографией артерий правой нижней конечности. НПА проходима, кровоток магистральный. В проекции средней трети ОБА определяется гипоехогенная АСБ, суживающая просвет на 40%. ГБА проходима, кровоток магистральный. В проекции средней

трети ПБА – гипоехогенная АСБ, суживающая просвет на 40%, окклюзия в дистальной трети. ПкА – окклюзия выше уровня суставной щели. ПББА – окклюзия в нижней трети, низкоскоростной коллатеральный кровоток. ЗББА – окклюзия в проксимальной трети, низкоскоростной коллатеральный кровоток. Состояние расценено как рецидив тромбоза артерий нижней конечности.

В связи с рецидивом тромбоза после открытой тромбэктомии и продолжающейся клиники ОАН проведен консилиум с участием врача-терапевта, сосудистого хирурга и рентгенохирурга. Учитывая данные клинической картины, результаты инструментальных методов исследования, возраст пациента и наличие сопутствующей патологии, было принято решение о выполнении селективной ангиографии правой нижней конечности с возможной ангиопластикой ПБА, ПкА и артерий голени. Пациент был подан в гибридную операцию. Под местной анестезией, после снятия швов в области правого бедра по линии Кена антеградно пунктирована правая ОБА. Выполнена ангиография правой нижней конечности: ОБА – стеноз 30% в средней трети, ПБА – признаки пристеночных дефектов контрастирования, окклюзия в дистальной трети (рис. 1), ПкА не визуализируется, ПББА за-



Рис. 1. Окклюзия ПБА в дистальной трети (указана стрелкой)



Рис. 2. Фрагментарное заполнение ПББА от уровня проксимальной трети (указано стрелкой)



Рис. 3. AngioJet 6 F (указан стрелкой)

полняется слабо по коллатералям, с уровня проксимальной трети (рис. 2), ЗББА и мало-берцовая артерия не визуализируются. Внутривенно введен гепарин 5000 ЕД. С помощью проводника Command MS 0,014" выполнена реканализация правой ПБА и ПкА, проводник заведен в дистальный отдел ПББА. Учитывая данные ангиографии, было принято решение о выполнении активной тромбоаспирации с помощью устройства AngioJet. Проведена активная тромбоаспирация из правых ПБА и ПкА устройством AngioJet PE Catheter 6 F (рис. 3) и из правой ПББА – с помощью устройства AngioJet Ultra 4 F (рис. 4). На ангиографии определяется наличие остаточного стеноза 80% в дистальной трети ПБА (рис. 5) и остаточного стеноза 90% – в дис-



Рис. 4. AngioJet 4 F (указан стрелкой)



Рис. 5. Остаточный стеноз 80% в дистальной трети ПБА (указан стрелкой)



Рис. 6. Остаточный стеноз 90% в дистальной трети ПББА (указан стрелкой)

тальной трети ПББА (рис. 6). Выполнена поочередная баллонная дилатация мест остаточных стенозов баллонными катетерами Armada 6,0×200 мм в ПБА (рис. 7) и Coyote 3,0×220 мм в ПББА.

На контрольной ангиографии просветы артерий восстановлены, без признаков диссекции и дистальной эмболии (рис. 8). Интродьюсер из правой ОБА удален. Выполнено ушивание места пункции правой ОБА. Рана послойно ушита, оставлен активный дренаж. Наложена асептическая повязка. Послеоперационный период протекал без осложнений. Клиника ишемии в правой нижней конечности не рецидивировала. Пациент с улучшением и рекомендациями выписан на 5-е сутки под наблюдение сосудистого хирурга по месту жительства.



Рис. 7. Дилатация остаточного стеноза ПБА баллонным катетером Armada 6 × 200 мм

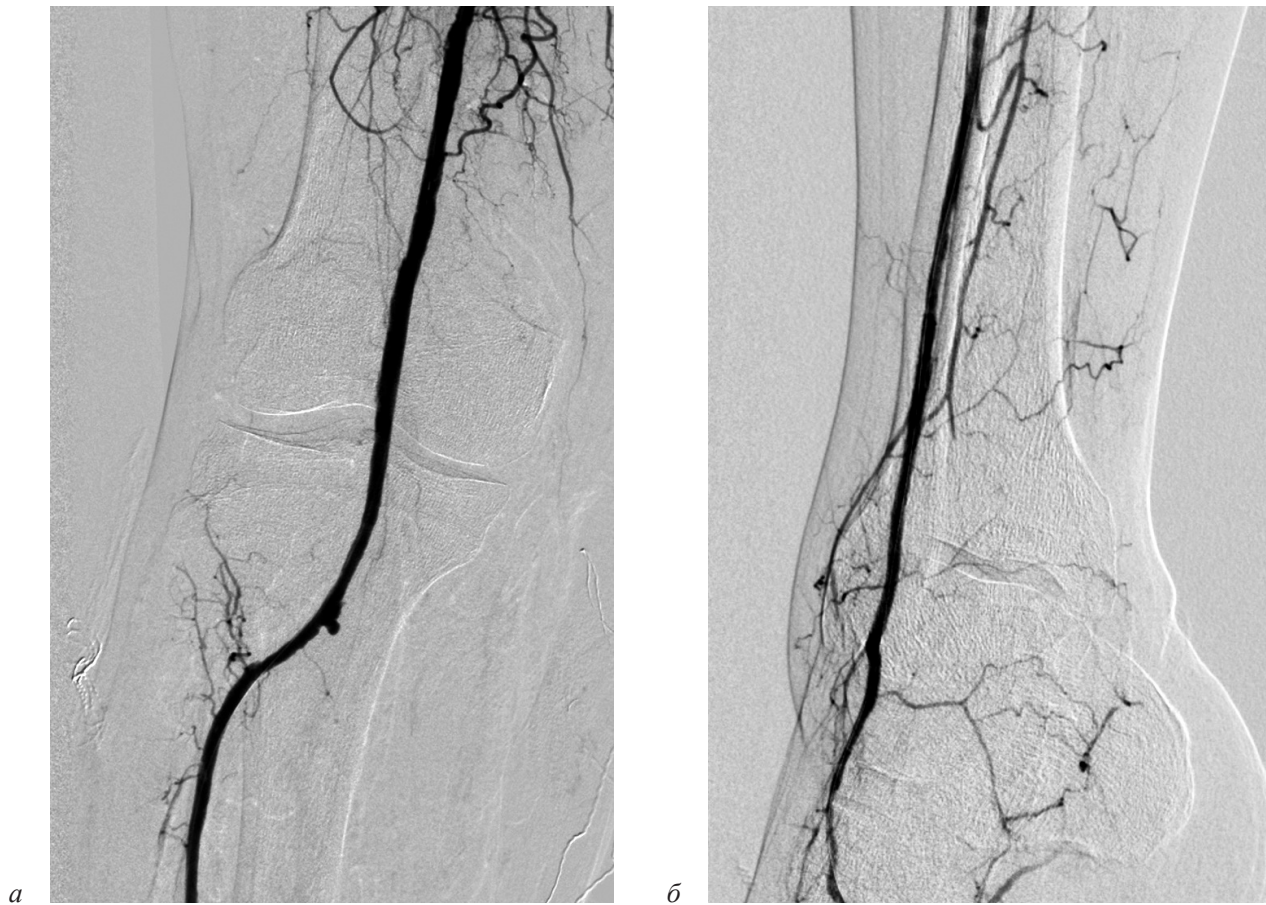


Рис. 8. Финальный результат (а, б)

Обсуждение

Острая артериальная недостаточность нижних конечностей является одним из наиболее сложных медицинских сценариев. Начинаясь как внезапное снижение кровоснабжения конечности, ишемия может угрожать ее жизнеспособности и требует немедленных действий [7]. Клинические рекомендации определяют временные рамки для оказания помощи пациентам, основываясь на степени ОАН. У пациента из представленного нами клинического случая была ОАН 2А степени. Соответственно, мы располагали небольшим запасом времени для проведения необходимых методов обследования и определения наиболее оптимальной тактики лечения. Таким образом, следует принимать оптимальное решение для каждого конкретного пациента (тромбоэмболизэктомия, чрескожный катетер-управляемый тромболизис, аспирационная или механическая тромбэктомия с тромболизисом или без него, тромбэндартерэктомия, шунтирование или гибридная операция),

с обязательной оценкой возможности пациента перенести данную операцию [8].

Крайне важно дифференцировать субстрат ОАН, вызывающий ишемию нижних конечностей, для полного понимания этиологии заболевания и принятия наиболее верной тактики лечения пациента. Острое поражение артерий нижних конечностей можно разделить на эмболию и острый тромбоз. Эмболическая окклюзия обычно возникает у пациентов с хронической фибрилляцией предсердий и/или тромбом в левом желудочке сердца, протезами сердечных клапанов, бактериальным эндокардитом и другими заболеваниями. Острый периферический тромбоз обычно возникает у пациентов с атеросклеротическим поражением сосудов, у которых происходит разрыв бляшки. Это активирует тромбоциты и каскад коагуляции, что приводит к образованию тромбов, снижению кровотока и в итоге – закупорке артерий [9]. У пациента из представленного нами случая был сразу заподозрен именно тромбоз, учитывая наличие атеросклероза артерий нижних конечностей в анам-

незе, отсутствие диагнозов, предрасполагающих к возникновению эмболии, и соблюдение пациентом рекомендации по ежедневному приему антиагрегантных препаратов.

Катетер-управляемый тромболизис является предпочтительным методом лечения жизнеспособной конечности или конечности с незначительной угрозой ее потери, недавней окклюзии, тромбоза синтетических трансплантатов и окклюзированных стентов. Необходимо отметить, что помимо наличия большого списка противопоказаний к введению тромболизиса, его также не рекомендуется вводить пациентам старше 80 лет [6]. В исследовании TOPAS у 12,5% пролеченных пациентов наблюдались серьезные геморрагические события, включая внутричерепное кровоизлияние в 1,4% случаев. Риск кровотечения увеличивался до 19% при одновременном использовании гепарина и тромболизиса [10]. Учитывая возраст нашего пациента и связанный с этим повышенный риск потенциального кровотечения, мы отказались от выполнения катетер-управляемого тромболизиса и введения тромболизиса в целом.

Хирургическая артериальная тромбоэмболизия с использованием баллонного катетера была впервые предложена T.J. Fogarty в 1963 г. и оставалась «золотым стандартом» на протяжении десятилетий. Однако, если тромбоз затрагивает артерии голени, технический успех тромбоэмболизии ниже, чем при поражении артерии выше суставной щели коленного сустава. Также методика может оказаться малоэффективной при выраженном атеросклеротическом поражении артерий нижних конечностей. На состояние стенки артерии влияет и сахарный диабет, делая ее более хрупкой и склонной к спазмам, более труднодоступной для канюляции баллонным катетером Фогарти. Примечательно, что даже вторичное поражение артерий после прохождения баллонного катетера Фогарти может ограничить клинический успех тромбоэмболизии [10]. Тромбоэмболизия бывает и с прямым сосудистым доступом в месте острой окклюзии и непосредственным удалением эмбола или тромботических масс в месте доступа. В исследовании S. Casillas-Berumen et al. было доказано, что пациенты пожилого возраста с сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями, которые перенесли открытую тромбоэмболизацию или

шунтирование нижних конечностей по поводу острой артериальной недостаточности, имели более высокие риски неблагоприятных исходов [11]. Высокая распространенность варикозной деформации вен нижних конечностей у пожилых пациентов также создает сложности для выполнения реконструктивных операций. Исходя из всего вышеперечисленного, после повторного тромбоза у нашего пациента было принято решение использовать эндоваскулярную методику извлечения тромба.

Система реолитической тромбоаспирации AngioJet – это фармакомеханическое устройство для периферической тромбэктомии с активной аспирацией, предназначенное для лечения широкого спектра остро и подостро тромбированных сосудов и быстрого восстановления кровотока. Активная аспирация в устройстве сочетается с мощной подачей литического средства для удаления твердых сгустков из сосудистого русла. В нем используется физический принцип, называемый принципом Бернулли, согласно которому три высокоскоростные струи физиологического раствора создают область низкого давления на кончике катетера. Эта область низкого давления вытягивает тромб из сосуда и выводит его из организма. Конструкция устройства AngioJet такова, что оно обеспечивает фрагментацию тромба и его быструю эвакуацию через просвет катетера. Операция проста, эффективность лечения высока и не приводит к серьезным повреждениям стенки сосуда. Текущие исследования показали, что аппарат AngioJet обладает достаточной безопасностью при лечении острой и подострой тромбоэмболии нижних конечностей и может эффективно устранять тромбоз и сокращать время операции и количество осложнений [12]. Реолитическая тромбоаспирация устройством AngioJet высокоэффективна и может быть рассмотрена как метод немедленного восстановления кровотока при острой ишемии конечностей, особенно у хирургических пациентов высокого риска или пациентов с противопоказаниями к тромболитической терапии [9].

Результаты исследований показывают, что по сравнению с пациентами, подвергшимися открытому хирургическому удалению тромба или гибриднему вмешательству, пациенты после эндоваскулярных методик тромбоаспирации имеют значительно более низкую частоту большой ампутации и послеоперацион-

ных осложнений, но без разницы в показателях 30-дневной смертности [13]. Равнозначная 30-дневная летальность, вероятно, связана с высоким распространением сопутствующей патологии у данной когорты пациентов. Несмотря на несомненные преимущества эндоваскулярных методик реваскуляризации артерий нижних конечностей в виде малой травматичности вмешательства, минимального объема анестезиологического пособия, низкого риска периоперационных осложнений и более короткого времени пребывания в стационаре, стоит отметить, что эндоваскулярный и хирургический методы не должны противодействовать друг другу [14]. Использование обоих методов, когда это возможно, в рамках гибридного вмешательства может быть крайне эффективно.

Заключение

Пациенты пожилого возраста с острой артериальной недостаточностью нижних конечностей составляют особенно сложную группу. Наличие большого количества сопутствующих заболеваний и повышенного риска геморрагических осложнений затрудняет возможность применения всего спектра методик помощи данным пациентам. Современное развитие эндоваскулярной хирургии позволяет решить эту проблему в большинстве случаев. Одно из таких решений – применение системы для активной тромбоаспирации AngioJet, которая является высокоэффективным методом с низкой частотой послеоперационных осложнений.

Литература/References

1. Aronow W.S. Management of peripheral arterial disease of lower extremities in elderly patients. *J. Gerontol. Series A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2004; 59 (2): 172–177. DOI: 10.1093/gerona/59.2.m172
2. Reichle F.A., Tyson R.R. Revascularization of severely ischemic lower extremities in the elderly by femorotibial bypass. *J. Am. Geriatr. Soc.* 1972; 20 (10): 497–499. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1972.tb02147.x
3. Aronow W.S. Management of peripheral arterial disease of lower extremities. *Comprehens. Ther.* 2007; 33 (4): 247–256. DOI: 10.1007/s12019-007-8013-8
4. Conrad M.F., Kang J., Cambria R.P., Brewster D.C., Watkins M.T., Kwolek C.J., LaMuraglia G.M. Infrapopliteal balloon angioplasty of the treatment of chronic occlusive disease. *J. Vasc. Surg.* 2009; 50 (4): 799–805. DOI: 10.1016/j.jvs.2009.05.026
5. McNally M.M., Univers J. Acute limb ischemia. *Surg. Clin. North Am.* 2018; 98 (5): 1081–1096. DOI: 10.1016/j.suc.2018.05.002
6. Creager M.A., Kaufman J.A., Conte M.S. Acute limb ischemia. *New Engl. J. Med.* 2012; 366 (23): 2198–2206. DOI: 10.1056/nejmcp1006054
7. Theodoridis P.G., Davos C.H., Dodos I., Iatrou N., Potouridis A., Pappas G.M., Dervisis K. Thrombolysis in acute lower limb ischemia: review of current literature. *Ann. Vasc. Surg.* 2018; 52: 255–262. DOI: 10.1016/j.avsg.2018.02.030
8. Клинические рекомендации. Острая ишемия конечностей. 2024. <https://angiolsurgery.org/library/recommendations/2022/ischaemia/recommendation> (дата обращения 18.12.2024). Clinical recommendations. Acute limb ischemia. 2024. Available at: <https://angiolsurgery.org/library/recommendations/2022/ischaemia/recommendation> (accessed 18 December 2024).
9. Silva J.A., Ramee S.R., Collins T.J., Jenkins J.S., Lansky A.J., Ansel G.M., White C.J. Rheolytic thrombectomy in the treatment of acute limb-threatening ischemia: immediate results and six-month follow-up of the multicenter AngioJet® registry. *Catheteriz. Cardiovasc. Diagn.* 1998; 45 (4): 386–393. DOI: 10.1002/(sici)1097-0304(199812)45:4<386::aid-ccd7>3.0.co;2-q
10. De Donato G., Pasqui E., Setacci F., Palasciano G., Nigi L., Fondelli C., Setacci C. Acute on chronic limb ischemia: from surgical embolectomy and thrombolysis to endovascular options. *Semin. Vasc. Surg.* 2019; 31 (2–4): 66–75. DOI: 10.1053/j.semvascsurg.2018.12.008
11. Casillas-Berumen S., Sadri L., Farber A., Eslami M.H., Kalish J.A., Rybin D., Siracuse J.J. Morbidity and mortality after emergency lower extremity embolectomy. *J. Vasc. Surg.* 2017; 65 (3): 654–759. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.08.116
12. Li G.Q., Wang L., Zhang X.C. AngioJet thrombectomy versus catheter-directed thrombolysis for lower extremity deep vein thrombosis: a meta-analysis of clinical trials. *Clin. Appl. Thromb. Hemos.* 2021; 27: 107602962110055. DOI: 10.1177/10760296211005548
13. Davis F.M., Albright J., Gallagher K.A., Gurm H.S., Koenig G.C., Schreiber T., Henke P.K. Early outcomes following endovascular, open surgical and hybrid revascularization for lower extremity acute limb ischemia. *Ann. Vasc. Surg.* 2018; 51: 106–112. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.12.025
14. Тупикин Р.С., Чибиров С.К., Зебелян А.А., Бутаев С.Р., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Гибридные операции на подвздошно-бедренном сегменте в отсутствие гибридной операционной. *Эндоваскулярная хирургия.* 2021; 8 (1): 60–67. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-60-67
Tupikin R.S., Chibirov S.K., Zebelyan A.A., Butaev S.R., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Hybrid interventions on the ilio-femoral segment in the absence of hybrid operating room. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2021; 8 (1): 60–67 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-60-67

Обзоры

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137-005.4-073.43-089.819.5

Значение внутрисосудистого ультразвука в эндоваскулярном лечении хронических форм ишемии нижних конечностей

Г.Г. Газарян¹✉, С.Д. Климовский¹, И.И. Ситкин²¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ Газарян Георгий Георгиевич, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-8431-7333, e-mail: gerdji@inbox.ru

Климовский Семён Диомидович, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-5124-000X

Ситкин Иван Иванович, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-2175-3170

Резюме

Ангиография является «золотым стандартом» визуализации облитерирующего поражения артериального русла и обеспечивает двухмерную визуализацию. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) благодаря томографической проекции и прямому обзору артериальной стенки предоставляет ценную информацию не только о просвете, но и о морфологии поражения, структуре сосуда. ВСУЗИ давно широко применяется для оптимизации чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ), что обусловлено продемонстрированным в ходе крупных рандомизированных клинических исследований снижением частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, нарушений первичной проходимости целевого сосуда и тромбоза стента в условиях использования ВСУЗИ в ходе ЧКВ. Есть серьезные основания предполагать, что результаты применения ВСУЗИ на периферических сосудах могут согласоваться с таковыми при применении метода в ходе коронарных вмешательств. Эндоваскулярные вмешательства на артериях нижних конечностей имеют достаточно высокий уровень технического успеха, но при этом высокую частоту рестеноза и необходимости повторной реваскуляризации, особенно в инфраингвинальных артериях. Категория больных, прогноз которых критически зависит от результатов эндоваскулярного вмешательства, – это больные с угрозой потери конечности при сахарном диабете. На результаты могли бы положительно повлиять лучшее понимание оператором поражения и объективизация данных в ходе вмешательства.

Ключевые слова: внутрисосудистая визуализация, внутрисосудистый ультразвук, ВСУЗИ, поражение артерий нижних конечностей, ишемия нижних конечностей, эндоваскулярная реканализация

Для цитирования: Газарян Г.Г., Климовский С.Д., Ситкин И.И. Значение внутрисосудистого ультразвука в эндоваскулярном лечении хронических форм ишемии нижних конечностей. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 60–75. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-60-75

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.02.2025
Принята к печати 19.03.2025

Clinical impact of intravascular ultrasound during endovascular treatment of chronic lower limb ischemia

G.G. Gazaryan¹✉, S.D. Klimovskiy¹, I.I. Sitkin²¹ City Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev, Moscow, Russian Federation² Endocrinology Research Center, Moscow, Russian Federation

✉ Georgiy G. Gazaryan, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8431-7333, e-mail: gerdji@inbox.ru

Semen D. Klimovskiy, Cand. Med. Sci., Head of Endovascular Surgery Department; orcid.org/0000-0002-5124-000X

Ivan I. Sitkin, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-2175-3170

Abstract

Angiography is the gold standard for imaging obliterating lesions of the arterial bed and provides two-dimensional visualization. Due to the tomographic projection and direct view of the arterial wall, intravascular ultrasound (IVUS) provides valuable information not only about the lumen, but also about the morphology of the lesion and the structure of the vessel. IVUS has long been widely used to optimize percutaneous coronary interventions (PCI), due to the reduction in the incidence of adverse cardiovascular events, impaired primary patency of the target vessel, and stent thrombosis demonstrated in large randomized clinical trials under conditions of IVUS use during PCI. There are serious reasons to assume that the results of using IVUS on peripheral vessels may be consistent with those when using the method in coronary interventions. Endovascular interventions on the arteries of the lower extremities have a fairly high level of technical success, but at the same time a high frequency of restenosis and the need for repeated revascularization, especially in the infrainguinal arteries. The category of patients whose prognosis critically depends on the results of endovascular intervention is patients with the threat of limb loss in diabetes mellitus. The results could be positively influenced by the operator's better understanding of the lesion and objectification of the data during the intervention.

Keywords: intravascular imaging, intravascular ultrasound, IVUS, peripheral artery disease, chronic lower limb ischemia, endovascular recanalization

For citation: Gazaryan G.G., Klimovskiy S.D., Sitkin I.I. Clinical impact of intravascular ultrasound during endovascular treatment of chronic lower limb ischemia. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 60–75 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-60-75

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

Received February 14, 2025

Accepted March 19, 2025

Введение

Распространенность хронической ишемии нижних конечностей (ХИНК) в последние годы увеличивается преимущественно вследствие растущей заболеваемости сахарным диабетом (СД), что связано со старением населения. По разным оценкам, более 200 млн человек во всем мире страдают ХИНК, при этом спектр симптомов варьируется от отсутствия жалоб до потери тканей [1]. В США заболеваемость ХИНК составляет порядка 8,5 млн человек, преимущественно старше 40 лет, и ассоциируется со значительной смертностью и ухудшением качества жизни [2]. ХИНК чаще встречается среди лиц старше 50 лет, а у пациентов старше 80 лет ее распространенность достигает 29%.

Факторы риска включают пожилой возраст, курение, СД, гипертонию, гиперхолестеринемию, хроническую болезнь почек (ХБП) [3, 4]. Люди из стран с низким уровнем жизни чаще страдают перемежающейся хромотой (ПХ) и ХИНК из-за значительного присутствия всех перечисленных факторов риска. Наиболее тяжелой формой ХИНК является критическая ишемия нижних конечностей (КИНК), угрожающая потерей конечности, и число таких пациентов в последние годы увеличилось. Они представляют собой группу высокого риска в отношении обширной ампутации и летальности. По разным данным, распрост-

раненность КИНК составляет около 10% всех пациентов с ХИНК. Н. Reinecke et al. в своем исследовании отмечают высокую частоту ампутаций у пациентов с ХИНК; в частности, у пациентов с большой потерей тканей (6-я степень по Резерфорду) риск потери конечности достигает 67%. Кроме того, сообщается о 4-летних показателях смертности на уровне 19% у пациентов с 1–3-й степенью ишемии, 38% – с 4-й, 52% – с 5-й и 63% – при 6-й степени по Резерфорду [5].

Несмотря на неоспоримые достижения в мультидисциплинарном подходе, включающие управление факторами риска, совершенствование медикаментозной терапии и развитие эндоваскулярного и хирургического пособия, лечение данной патологии по-прежнему остается сложной задачей.

Текущие результаты лечения

Результаты эндоваскулярного лечения зависят от таких факторов, как уровень поражения, его анатомические и морфологические характеристики, то есть протяженность, выраженность сужения, наличие окклюзии, степень кальциноза, состояние путей оттока; клинические факторы, такие как наличие сопутствующих заболеваний, главным образом СД и ХБП, а также приверженность пациента соблюдению рекомендаций [6–10]. Сегодня в зависимости от опыта специалиста практически любое поражение доступно для эндовас-

кулярного или гибридного вмешательства; частота технического успеха в подвздошном, бедренном сегментах и сегментах ниже колена достигает 99%.

По данным Т. Kudo et al., после подвздошной ангиопластики с селективным стентированием у 151 пациента (149 стенозов и 2 окклюзии) первичная проходимость через 1, 3 и 5 лет составила 76, 59 и 49% соответственно [11]. Z. Kavaliauskienė et al. сообщили о первичной проходимости через 2 года на уровне 78% после стентирования подвздошной артерии в группе из 62 пациентов [12]. Анализ, проведенный С.Н. Timaran et al., охватывал 136 эндоваскулярных подвздошных процедур, периоперационная смертность составила 0,7% [13]. Н. Kasemi et al. исследовали результаты в течение 7 лет после эндоваскулярного лечения 22 пациентов с поражениями аорто-подвздошного сегмента TASC II (Trans Atlantic Inter-Society Consensus II) типа D: уровень периоперационной смертности составил 4,5%, первичная проходимость спустя 3 года – 90,5% [14]. V. Jongkind et al. провели систематический обзор 19 нерандомизированных когортных исследований, включавших в общей сложности 1711 пациентов, перенесших эндоваскулярное вмешательство по поводу обширного поражения подвздошного сегмента [15]. Первичная проходимость через 4 или 5 лет в среднем составила 60–86%, вторичная проходимость – 80–98%, летальность в течение 30 дней имела место в 7 из 19 исследований и колебалась в пределах 1,2–6,7%. В исследовании W. Ye et al. у пациентов с поражением бифуркации аорты и подвздошного сегмента TASC II типа C/D 12-месячные показатели первичной проходимости составили для рутинного и селективного стентирования (выполнялось только в случаях выраженной диссекции или остаточного стеноза более 30%) 92 и 83% соответственно [16]. По данным R.C. Danczyk et al., напротив, изолированное и множественное ипсилатеральное стентирование подвздошных артерий не отличалось по основным конечным точкам, таким как необходимость повторного вмешательства или ампутации [17]. Наличие поражений TASC II типа C и D было единственным фактором, независимо связанным с более высокой частотой повторных вмешательств. В работе В.Р. Mwiratayi et al. сравнивались результаты 77 вмешательств с имплантацией стент-графтов и го-

лометаллических стентов: первые показали лучшую первичную проходимость через 1 год и 5 лет – 95 и 75%, 74 и 62% соответственно, особенно при кальцинированных бифуркациях аорты [18]. Авторы не сообщали о наличии осложнений в ходе вмешательств. R. Pulli et al. оценили результаты 223 вмешательств на подвздошном сегменте (109 окклюзий и 114 стенозов): частота интраоперационных осложнений составила 9 и 3,5% соответственно, из них 4 случая перфорации, первичная проходимость спустя 5 лет составила 82 и 77% соответственно, технический успех – 99% [19].

Сегмент поверхностной бедренной артерии характеризуется сложной динамической нагрузкой, механикой оказываемого на этот сегмент напряжения, включая сгибание/разгибание, сжатие/удлинение, скручивание артерии. Поражение часто носит диффузный характер с выраженным кальцинозом, нередко первично выявляется хроническая окклюзия. Все это влияет на технический успех процедуры и отдаленную проходимость [20]. Бедренно-подколенный сегмент является участком, где эндоваскулярные вмешательства выполняются наиболее часто.

Показатели проходимости для первичной ангиопластики обычным баллоном ниже по сравнению с результатами баллонов с лекарственным покрытием, голометаллических стентов, стентов с лекарственным покрытием, особенно при длине поражения более 100 мм [21–25]. В метаанализе 923 баллонных вмешательств отмечены 3-летние показатели проходимости 61% для стенотических поражений и 48% – для окклюзий в условиях перемежающейся хромоты [26]. Метаанализ 13 рандомизированных контролируемых исследований, 6 глобальных регистров и 3 глобальных регистров длинных поражений выявил значительно лучшие результаты для баллонов с лекарственным покрытием в отношении необходимости повторной реваскуляризации, первичной проходимости спустя 2 года [27]. В другом исследовании поражения бедренно-подколенного сегмента TASC II C/D с длиной поражения 251 ± 71 мм и 50% частотой хронических тотальных окклюзий применение баллона с лекарственным покрытием ассоциировалось с 70% частотой первичной проходимости через 2 года [28, 29]. В исследовании, включавшем 480 случаев с бедренно-подколенным поражением, рандомизированных

к применению нитинолового стента с лекарственным покрытием по сравнению с обычным баллонным катетером и последующим стентированием, пациенты в первой группе имели достоверно меньшую необходимость в повторных вмешательствах (17% против 32%) через 12 мес и в течение 5 лет (16% против 28%) [24, 25]. В другом исследовании среди 206 пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента стентирование выполнялось в 20% случаев, остальным проводилась изолированная ангиопластика обычным баллонным катетером. Среди всех поражений 48% составили окклюзии, в 50% случаев вмешательство выполнялось одномоментно на нескольких сегментах. Через 12 мес клинически значимый рестеноз развился в 18% случаев, из них окклюзия – в 9%. Эти данные соотносятся с результатами других исследований, где не применялись баллоны с лекарственным покрытием [10, 24, 30–32].

Метаанализ J.A. Mustapha et al., основанный на базах данных MEDLINE и EMBASE (2005–2015 гг.), посвященный результатам эндоваскулярных вмешательств на сегменте ниже колена, включал 52 исследования, в которых приняли участие 6769 пациентов с 9399 поражениями. Технический успех составил 91%, первичная проходимость, оцениваемая через 1 год, составила 63%, частота повторной реваскуляризации – 18%, обширной ампутации – 15%; смертность от всех причин – 15% [33].

При вмешательствах на тибиальных артериях правильная оценка размера сосудов и подбор диаметра баллонного катетера крайне важны, поскольку эти артерии часто хронически окклюзированы и находятся в спавшемся состоянии [34–36]. Кроме того, после однократной ангиопластики даже с длительной экспозицией имеет место эластический рекойл, с частотой до 97% и ранней потерей площади просвета до 29% [37]. Рекойл или спадение просвета артерии может возникать практически сразу после баллонной ангиопластики вследствие того, что стенка сосуда стремится восстановить исходное состояние ввиду её эластических свойств [38, 39]. Чаше этот эффект наблюдается в условиях выраженного кальциноза и наличия эксцентрического поражения, обуславливая впоследствии высокий процент рестенозов. Хотя технический успех может достигать 99%, успешное заживление

раны в желаемые сроки наступает существенно реже. По данным исследования M.H. Shishchbor et al., лишь в 26% случаев в течение 3 мес наступало полное заживление трофических изменений [38].

Альтернативные методы лечения, включая баллоны с лекарственным покрытием или биорезорбируемые каркасы, пока не получили широкого распространения и применяются довольно редко. Таким образом, оптимальная ангиопластика имеет первостепенное значение. Правильный подбор размера баллонного катетера (1:1 по отношению к просвету сосуда) и длительная экспозиция дилатации продемонстрировали лучшие результаты в плане финального кровотока, меньшую частоту рекойла. Использование внутрисосудистой визуализации, такой как внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) или оптическая когерентная томография, является ключевым вспомогательным методом в объективизации размеров сосуда и характеристик поражения [39].

По данным A. Schmidt et al., из 145 вмешательств по поводу поражений ниже колена технический успех отмечен в 85% случаев, клиническое улучшение в течение 3 мес – в 75%; необходимости в обширной ампутации или шунтирующей операции не потребовалось ни у одного пациента, что было расценено как сохранение конечности в 100% случаев. По данным ангиографии спустя 3 мес, рестеноз $\geq 50\%$ в целевом сосуде выявлялся в 31%, окклюзия – в 37% случаев. В 35% случаев по крайней мере одна из восстановленных артерий была свободна от рестеноза, в 65% случаев закрыты оказались все восстановленные артерии [40]. T. Rand et al. сообщали о проходимости на уровне 45% спустя 6 мес после баллонной ангиопластики при поражениях со средней длиной 24 мм, по данным КТ-ангиографии [41]. H.K. Soder et al. указывают первичную проходимость на уровне 48% через 10 мес после баллонной ангиопластики относительно коротких поражений (средняя длина 77 мм) ниже коленной щели [42]. Используя дуплексную сонографию, R. Ferraresi et al. обнаружили рестеноз в 47% случаев через 1 год после баллонной ангиопластики обструкций со средней длиной поражения 210 мм [43]. В то же время по-прежнему остается вопрос, является ли рестеноз клинически значимой конечной точкой при КИНК [40].

Таким образом, даже при беглом взгляде на текущие результаты эндоваскулярного лечения артерий нижних конечностей на разных сегментах очевидно, что они далеки от желаемых и требуют совершенствования и поиска новых путей их улучшения.

Применение внутрисосудистого ультразвука при вмешательствах на артериях нижних конечностей

Эндоваскулярные вмешательства имеют достаточно высокий уровень технического успеха, но при этом высокую частоту рестеноза и необходимости повторной реваскуляризации, особенно в инфраингвинальных сегментах. Многие исследователи сходятся во мнении, что на результаты могли бы положительно повлиять лучшее понимание оператором поражения и объективизация данных в ходе вмешательства. В ряде исследований было продемонстрировано, что ВСУЗИ полезно для качественной и количественной оценки поражений (например, кальциноза, морфологии бляшек и размеров сосуда), а также влияние рутинного применения методики на улучшение первичной проходимости и снижение частоты рестенозов [44–48]. Интраоперационная внутрисосудистая визуализация при помощи ВСУЗИ позволяет оператору выбрать наиболее подходящую стратегию лечения и методику, например применение атерэктомии или других вспомогательных устройств в каждом конкретном случае; помогает оценить диссекцию после ангиопластики или степень остаточного стеноза [47].

ВСУЗИ – это метод визуализации, при котором используется датчик, излучающий ультразвуковые волны, перпендикулярные оси артерии, что позволяет получить обзор 360° окружности сосуда в поперечном сечении. Один из первых внутривенных катетеров был разработан в 1972 г. N. Bom et al. в Нидерландах с целью исследования полостей сердца и его структур [49]. В начале-середине 1980-х годов были разработаны новые катетеры с датчиками для оценки характеристик структур артерий, но ввиду их размера и жесткости ранние клинические исследования с использованием ВСУЗИ проводились именно на периферических сосудах. В начале 1990-х годов благодаря совершенствованию конструкции и технологии катетера и, как следствие, качеству визуализации появились катетеры с диа-

метром датчика около 1 мм, что привело к заметному росту его применения в исследованиях и на практике в интервенционной кардиологии. На текущий момент ВСУЗИ превратилось из исключительно исследовательского инструмента в общепризнанный метод, широко применяемый в клинической практике, преимущественно в кардиологии, при этом достаточно безопасный. Так, в европейском регистре были оценены ретроспективные данные из 12 центров, суммарно 718 наблюдений, частота осложнений составила 1,1% (8 случаев), наиболее распространенным из которых являлся преходящий коронарный спазм [50].

ВСУЗИ служит трем важным клиническим целям – это диагностика, определение стратегии вмешательства и оптимизация результата вмешательства. В ходе коронарного вмешательства ВСУЗИ позволяет оценить пограничные стенозы, неоднозначные поражения, бифуркации, уточнить морфологию поражения (аневризмы, кальций, тромботический компонент), степень рестеноза в стенте и получить дополнительные данные при других спорных ангиографических ситуациях. В отношении выбора оптимальной стратегии ВСУЗИ помогает определить показания к применению вспомогательных устройств (ротационная атерэктомия, предилатация и т. д.), а также выбрать диаметр и длину баллона/стента. Кроме того, ВСУЗИ позволяет оптимизировать стентирование за счет равномерного раскрытия и прилегания стента к стенке сосуда, а также выявления осложнений после имплантации стента, таких как угрожаемая диссекция и др. Однако реальная эффективность этого метода при реваскуляризации у пациентов с ХИНК, несмотря на множество исследований с преимущественно положительными результатами, до сих пор не имеет достаточной доказательной базы, чтобы утверждать о его безоговорочной пользе и необходимости широкого применения.

При вмешательствах на артериях нижних конечностей ВСУЗИ позволяет точно определять размер сосуда с помощью измерения площади поперечного сечения на уровне наружной эластичной мембраны. Результаты нерандомизированных исследований показывают, что ВСУЗИ полезно при вмешательствах на бедренно-подколенном сегменте для характеристики морфологии бляшек, точного определения размеров сосуда, выявления интра-

процедурных осложнений и влияния на отдаленные результаты процедуры.

Данные наблюдений свидетельствуют о том, что размеры сосудов, полученные с помощью ВСУЗИ и ангиографии, часто не совпадают, при этом ВСУЗИ чаще демонстрирует большие референсные диаметры сосуда, что может иметь важные последствия для результатов процедуры, таких как размер имплантированного стента. В сравнительном исследовании, в котором ВСУЗИ и ангиография выполнялись до и после ангиопластики бедренно-подколенных поражений, ВСУЗИ показало более высокую чувствительность в обнаружении эксцентрических поражений, выраженного кальциноза и повреждений сосудистой стенки [46]. В ходе ретроспективного анализа 1198 вмешательств при бедренно-подколенном поражении TASC II A-C обнаружено, что использование ВСУЗИ было связано с более высокой 5-летней первичной проходимостью (65% против 35%; $p < 0,001$), а также снижением частоты необходимости повторного вмешательства, крупных неблагоприятных событий в конечностях и отдаленной смертности [44].

Анализ данных Medicare в США, включавший 697 794 периферических вмешательств, выявил, что использование ВСУЗИ ассоциировалось с более низким риском крупных неблагоприятных событий в конечностях, период наблюдения составил более 12 мес [45]. Другое рандомизированное исследование (150 пациентов с вмешательствами на бедренно-подколенном сегменте) продемонстрировало значительно более высокую свободу от значимого рестеноза через 12 мес среди пациентов, которые были рандомизированы в группу ВСУЗИ-контроля, – 72% против 55% в группе ангиографии [47]. Не было обнаружено разницы в частоте повторной реваскуляризации в условиях симптомных поражений при использовании ВСУЗИ через 12 мес (84 и 82%), хотя это исследование не было рассчитано на выявление различий в клинических результатах. Примечательно, что в этом исследовании использование ВСУЗИ привело к изменению стратегии лечения почти в 80% случаев, это отражает высокую клиническую значимость метода. Большая часть несоответствий между ВСУЗИ и данными ангиографии касалась диаметра сосуда, длины поражения и тяжести диссекции. Основным изменением, принятым на основании данных

ВСУЗИ, являлось увеличение размеров баллонного катетера. Кроме того, диаметр сосудов по данным ангиографии в 11% случаев превышал таковой по данным ВСУЗИ, что также подчеркивает ограничения изолированной ангиографии в отношении точного определения размера сосудов.

В ряде исследований не было выявлено значимых различий при сравнении групп с применением ВСУЗИ и без него. Так, в ходе одноцентрового ретроспективного исследования, включавшего 216 пациентов с поражением ниже колена, частота осложнений в группах существенно не отличалась [46]. По данным исследования, проведенного на базе крупного регистра, частота рестенозов в течение 12 мес после вмешательств на аортоподвздошном сегменте под контролем ВСУЗИ существенно не отличалась от таковой при одиночной ангиографии. В нескольких исследованиях клинической эффективности ВСУЗИ на разных сегментах также получены противоречивые результаты, в том числе в работе A. Sheikh et al., где были проанализированы данные 93 551 пациента (период наблюдения составил в среднем 24 мес) и получены сходные результаты в отношении частоты рестеноза, повторных вмешательств в указанных группах. Вместе с тем было отмечено, что в группе ВСУЗИ риск перипроцедурных осложнений оказался достоверно ниже.

Использование ВСУЗИ может повышать эффективность устройств для дебалкинга и подготовки сосуда перед имплантацией стента. Ретроспективный анализ показал, что при сравнении атерэктомии под контролем ВСУЗИ-навигации и одиночной ангиографии в условиях бедренно-подколенного поражения использование ВСУЗИ ассоциировалось с меньшей частотой клинически обусловленной повторной реваскуляризации в отдаленном периоде. В исследовании iDissection применение ВСУЗИ обеспечивало более точное выявление диссекций после атерэктомии по сравнению с ангиографией, что имеет важное значение в отношении отдаленной проходимости целевого сосуда. Эти преимущества были обобщены в многопрофильном консенсусном документе, по итогам которого использование ВСУЗИ расценено как целесообразное в большинстве клинических сценариев, включающих реваскуляризацию в бедренно-подколенном сегменте и артериях голени [45].

ВСУЗИ давно широко применяется для оптимизации чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ), что обусловлено преимуществами метода в определении размеров сосуда, протяженности и выраженности поражения, оптимального размера стента, его мальпозиции, а также в выявлении краевых диссекций и оценке степени кальциноза. В ходе крупных рандомизированных клинических исследований было продемонстрировано снижение частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, нарушений первичной проходимости целевого сосуда и тромбоза стента в условиях использования ВСУЗИ в ходе ЧКВ. Тем не менее вмешательства под контролем ВСУЗИ в США применяются ограниченно по сравнению со странами Европы и Азии, с некоторыми признаками увеличения применения метода в последнее время. Хотя доказательная база в отношении использования ВСУЗИ при ЧКВ весома и свидетельствует в пользу более предпочтительных непосредственных и отдаленных клинических результатов, доказательная база применения ВСУЗИ в ходе вмешательств на периферических сосудах существенно отстает. Использование ВСУЗИ при сложных поражениях в коронарных артериях было связано с более низким риском смертности в среднесрочной перспективе и реваскуляризацией целевого сосуда.

В недавнем исследовании N. Setogawa et al. проанализировали характеристики и результаты лечения пациентов, которым выполнялись эндоваскулярные вмешательства и которые были рандомизированы в зависимости от применения ВСУЗИ. Это анализ обширной базы данных различных стационаров в Японии за период с 2014 по 2019 г. Почти 60% вмешательств выполнялись под контролем ВСУЗИ. Согласно результатам проведенного анализа, в группе ВСУЗИ-контроля авторами отмечены достоверно более низкий риск ампутаций в течение года (7% против 9% в группе без ВСУЗИ), меньшая частота необходимости в шунтировании или имплантации стент-графта, большая частота повторных вмешательств/госпитализаций. Вероятно, механизм преимуществ заключается в более качественной диагностике кальциноза (и понимании необходимости его модификации), диссекций, требующих имплантации стента; точном определении размера сосуда, неизмененных зон приземления и определении характера ресте-

ноза в ранее имплантированном стенте. Кроме того, в группе ВСУЗИ-контроля чаще применялись дополнительные устройства, такие как стенты, в том числе с лекарственным покрытием, баллоны с лекарственным покрытием, устройства для перепрохождения из ложного просвета в истинный, что трактовалось исследователями как следствие более тяжелого поражения сосудов в этой группе.

Частота использования ВСУЗИ в Японии у пациентов с вмешательствами на артериях нижних конечностей в течение многих лет намного выше по сравнению с США. Так, по данным S. Divakaran et al., лишь 11,7% вмешательств на периферических сосудах, выполненных в США в период с 2016 по 2019 г., сопровождалась ВСУЗИ-навигацией [45]. Наблюдались значительные различия в зависимости от учреждения и непосредственно операторов. Внедрение ВСУЗИ в США при вмешательствах на периферических артериях, вероятно, столкнется с теми же проблемами, что возникали и при внедрении ВСУЗИ в ходе ЧКВ, – это неудобства, связанные с использованием и интерпретацией визуализации ВСУЗИ, непонимание специалистами того, как использование ВСУЗИ может повлиять на клинические результаты; дополнительные расходы, связанные с применением метода.

В то же время лучшие результаты в условиях применения ВСУЗИ могут также быть отчасти следствием другой закономерности: операторы, которые выполняют вмешательства под контролем ВСУЗИ, вероятно, более продвинутые, опытные в использовании новейших технологий в области эндоваскулярных методов, имеют лучшее техническое обеспечение, включая оборудование и расходный материал. Тем не менее в том же анализе S. Divakaran et al. было отмечено убедительное снижение частоты MALE (major adverse limb events – крупные неблагоприятные события в конечностях) – на 28% – среди пациентов с ВСУЗИ-контролем, снижение частоты развития острой ишемии конечности, большой ампутации и ампутаций в целом в отдаленном периоде [47]. Ретроспективный анализ O. Iida et al. продемонстрировал значительно более высокие 5-летние показатели проходимости среди пациентов с TASC II A-C с поражением бедренно-подколенного сегмента, перенесших вмешательства под контролем ВСУЗИ, по сравнению с таковыми без него

[44]. В проспективном рандомизированном клиническом исследовании из Австралии R.B. Allan et al. 150 пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента были рандомизированы в отношении применения ВСУЗИ. Обнаружено снижение на 17% частоты рестеноза спустя 1 год, без существенной разницы в клинических конечных точках [47]. Более высокая частота повторных реваскуляризаций и госпитализаций среди пациентов в группе ВСУЗИ, выявленная в ходе анализа N. Setogawa et al., вероятно, отчасти обусловлена тем, что при помощи ВСУЗИ могли быть выявлены дополнительные сегменты с поражением, чем и были обусловлены последующие госпитализации/вмешательства. Поскольку частота ампутаций была значительно ниже в группе ВСУЗИ-контроля, равно как и необходимость в хирургическом лечении, неубедительным представляется, что эти повторные вмешательства были связаны с неудачей первичного вмешательства. С другой стороны, потенциально сокращение ампутаций также приводит к необходимости дальнейшего лечения, включая повторные реваскуляризации.

В поддержку этого мнения свидетельствуют данные других ретроспективных исследований, которые не продемонстрировали разницы в частоте повторных вмешательств между пациентами с ВСУЗИ-контролем и без него [44, 45]. Кроме того, несколькими авторами было продемонстрировано значительное снижение частоты рестеноза после стентирования бедренно-подколенного сегмента под ВСУЗИ-контролем по сравнению с группой без него [45, 47].

Данные рандомизированных исследований являются определяющими в отношении установления диагностического и терапевтического значения метода с учетом положительного опыта коронарного ВСУЗИ. Тем не менее в США, несмотря на наличие серьезной доказательной базы, а именно крупных клинических исследований, поддерживающих ВСУЗИ в ходе ЧКВ, показатели внедрения на практике остаются на уровне менее 20% в среднем по стране. Кроме того, в независимом консенсусном документе, в создании которого принимали участие эксперты в области лечения периферических сосудистых заболеваний, включая представителей всех сосудистых специальностей, была выражена поддержка в от-

ношении использования ВСУЗИ в большинстве сценариев реваскуляризации на различных сегментах артерий нижних конечностей, включая подвздошные, бедренно-подколенные сегменты и артерии голени.

В исследовании S. Divakaran et al. была установлена достоверно значимая связь между применением ВСУЗИ и снижением частоты MALE, хотя не были учтены многие характеристики исходного поражения, такие как локализация стеноза/окклюзии, протяженность, степень сужения и морфология бляшки, а также показатели отдаленных результатов – первичная проходимость или частота повторной реваскуляризации целевого поражения, что позволило бы обосновать преимущества, обусловленные применением ВСУЗИ [45].

Правомерные вопросы относительно целесообразности применения ВСУЗИ в артериях нижних конечностей звучат следующим образом. ВСУЗИ является инструментом морфологической оценки поражения, который не дает информации о гемодинамической значимости остаточного стеноза или диссекции. При этом внесосудистый ультразвук позволяет получить эту информацию путем измерения пиковых систолических скоростей, но доступен преимущественно перед вмешательством, а не во время него и является в большей мере оператор-зависимым методом, поэтому менее объективен. В случае окклюзированного целевого сосуда постокклюзионные сегменты объективно оценить сложно, некоторые сегменты в принципе плохо доступны оценке в силу анатомических причин, например область перехода бедренной артерии в подколенную и проксимальные сегменты артерий голени. Данные о морфологии поражения не позволяют сделать выводов о постпроцедурной функциональности поражения, для сравнения: в ходе коронарных вмешательств фракционный резерв кровотока считается «золотым стандартом» оценки значимости первичного поражения или результата после эндоваскулярного лечения, за исключением ствола левой коронарной артерии, для которой ВСУЗИ по-прежнему играет определяющую роль.

В эпоху применения баллонов с лекарственным покрытием диссекции после ангиопластики не являются по большому счету показанием к имплантации стента, если кровоток не лимитирован. На основании исследования THUNDER G. Tepe et al. продемонстрировали,

что даже диссекция типа С склонна к положительному ремоделированию в постпроцедурном периоде. Следует отметить, что, несмотря на крайне высокую частоту диссекций в условиях вмешательств на артериях нижних конечностей, большинство исследователей прибегают к классификации NHLBI, предназначенной для коронарных артерий, в соответствии с которой выделяют следующие типы диссекций: А – незначительный дефект контрастирования без задержки в сосудистой стенке, В – линейная диссекция с двойным контуром, без замедления контрастирования, С – контрастирование за пределами просвета сосуда с задержкой контраста в сосудистой стенке, D – спиралевидная диссекция, Е – стойкий дефект контрастирования в просвете сосуда, F – полная окклюзия без дистального антеградного кровотока. Предложены и другие ангиографические классификации, в том числе в зависимости от ширины диссекции, которая может составлять менее или более 1/3 просвета сосуда. Однако консенсус относительно того, что представляет собой угрожаемая диссекция, отсутствует, о чем свидетельствуют недавние исследования с применением баллонов с лекарственным покрытием. Хотя многие специалисты считают угрожаемыми диссекции типа С и более, а следовательно, требующими имплантации стента, необходимы дополнительные данные для определения пороговых значений в отношении стентирования в условиях диссекции. Кроме того, классификация NHLBI учитывает только наиболее выраженную диссекцию в поражении, хотя в одной области вмешательства может присутствовать несколько диссекций, различных по своим характеристикам.

В связи с этим была предложена классификация диссекций для инфраингвинальных сегментов, основанная на данных патолого-анатомических исследований, которые показали, что более глубокие повреждения меди и адвентиции коррелируют с нарушением проходимости и повышением частоты повторной реваскуляризации. Более широкая диссекция (>50% окружности сосуда) с большей вероятностью приведет к ограничению кровотока и нарушению первичной проходимости. В исследовании iDissection было предложено оценивать диссекции по их глубине и дуге повреждения: А, В или С для распространения на интиму, медию или адвентицию соответ-

венно; повреждение <180° окружности и >180° нумеруется цифрами 1 и 2. Так, интрамуральная гематома после ротационной атерэктомии имела место в 13% случаев по данным ВСУЗИ, и не выявлялась при полипроекционной ангиографии. Кроме того, в общей сложности было выявлено 46 диссекций по данным ВСУЗИ и лишь 8 – при ангиографии. Эти данные опровергают широко распространенное мнение о том, что подготовка сосуда при помощи атерэктомии не приводит к диссекции. После вспомогательной ангиопластики под контролем ВСУЗИ было выявлено 39 диссекций против 11 по данным ангиографии, что позволяет предположить, что дополнительная ангиопластика не уменьшает травму, вызванную атерэктомией. Экспериментальное исследование показало, что по данным ВСУЗИ диссекции в целом выявляются в 4–6 раз чаще, чем при ангиографии, и почти 40% этих диссекций распространялись на медию и/или адвентицию. Хотя более протяженные поражения коррелировали с большей частотой диссекции, не было явных предикторов для диссекции, превышающих 180° в окружности. Для оценки степени кальциноза исследователи применяли классификацию PACSS (Peripheral Arterial Calcium Scoring System), в соответствии с которой кальциноз 3-й и 4-й степени наблюдался у 20 и 40% пациентов соответственно.

В другой работе PACSS и еще две ангиографические шкалы оценки степени кальциноза (PARC и DEFINITIVE Ca++) сравнивались с данными ВСУЗИ. Степень тяжести поражения кальцинозом по шкале PACSS подразделялась от 0 до 4 степени, по шкале PARC – отсутствие, очаговые изменения, легкая, среднетяжелая или тяжелая степень, по DEFINITIVE Ca++ – отсутствие, умеренная или тяжелая степень. Кальциноз по данным ВСУЗИ характеризовался как поверхностный, глубокий или смешанный. Длина поражения определялась как отрезок между наиболее неизмененным проксимальным и дистальным отрезками артерии. Поверхностный кальциноз характеризуется как расположение переднего края кальциноза в пределах 50% от наиболее близкой к просвету сосуда части бляшки; глубокий – как расположение переднего края кальциноза в пределах 50% от наиболее удаленной от просвета сосуда части бляшки. Параметр, чаще всего применяемый

для количественной оценки, – это арка кальциноза, измеряемая в градусах с использованием электронного транспортера, центрируемого в просвете сосуда. Этот параметр отражает вовлечение сосудистой стенки, при этом зачастую определяются точечные включения кальциноза, не образующие арку. Протяженность кальциноза по данным ВСУЗИ определяется при помощи моторизованного вытягивания датчика.

В исследовании D. Yin et al. ВСУЗИ позволило выявить кальций в 93% случаев, ангиография – в 55% ($p < 0,001$). Чувствительность, специфичность, положительная и отрицательная прогностическая ценность ангиографии по отношению к ВСУЗИ составили 59, 100, 100 и 14% соответственно. Более выраженные признаки кальциноза по данным ангиографии находили выражение при ВСУЗИ в более распространенном поверхностном кальцинозе, а также максимальной дуге и длине поверхностного кальция. С использованием трех ангиографических шкал с увеличением тяжести кальциноза максимальная дуга по данным ВСУЗИ увеличивалась со 120° в случае его отсутствия до 305° при тяжелой степени ($p < 0,001$); длина кальциноза возрастала с 7 до 68 мм ($p < 0,001$). При этом такая тенденция не наблюдалась при наличии глубокого кальция по данным ВСУЗИ, исходя из чего авторами был сделан вывод, что ВСУЗИ является «золотым стандартом» диагностики, а шкалы PARC, PACSS и DEFINITIVE Ca++ могут применяться для определения степени кальциноза при заболеваниях периферических артерий, особенно поверхностного кальция. При этом толщина кальциноза не может быть измерена с помощью ВСУЗИ ввиду вызываемой кальцием акустической тени, однако поверхностный кальций по определению может быть толще глубокого.

Может показаться, что дифференциация степеней кальциноза представляет исключительно научный интерес, ведь очевидно, что выраженный кальциноз чаще всего можно визуально определить в ходе рентгеноскопии даже без контрастирования. Дело в том, что выраженность кальциноза существенным образом влияет на отдаленные результаты. Так, G. Tere et al. продемонстрировали на группе из 91 пациента с поражениями, локализованными в бедренно-подколенном сегменте, у которых степень кальциноза оценивали

с помощью шкал PARC и PACSS, что значимая потеря просвета через 6 мес достоверно зависела от степени выраженности кальциноза ($p = 0,042$). Из-за низкой чувствительности ангиографии и ограничений в определении степени выраженности, локализации кальциноза оценка его при помощи ВСУЗИ или компьютерной томографии является, по мнению авторов, необходимым условием для прогнозирования истинного эффекта предполагаемого лечения.

Некоторые авторы скептически относятся к внутрисосудистой визуализации, считая, что увеличение размеров баллона и стента на основе измерений наружного диаметра сосуда по данным ВСУЗИ может оказаться даже вредным. Так, O. Iida et al. обнаружили, что измерение на основании данных ВСУЗИ ассоциировалось с более высоким риском аневризматического расширения поверхностной бедренной артерии в течение 1 года при использовании стентов с лекарственным покрытием. По мнению T. Zeller, вероятными причинами этого явления могли служить чрезмерно агрессивная дилатация баллоном и стентирование в субинтимальном пространстве с соотношением размеров расходного материала с диаметром артерии 1:1. Сложно игнорировать и экономическую составляющую, поскольку затраты на процедуры с ВСУЗИ объективно выше. Сегодня доступен широкий спектр вспомогательных устройств для проведения вмешательства; многие из них, например устройства для атерэктомии, литотрипсии, являются дорогостоящими, но применяются факультативно, при этом ВСУЗИ представляется универсальным методом, дополняющим любой тип вмешательства.

В исследовании C.J. Buckley et al. были проанализированы результаты лечения 71 симптомного поражения (52 пациента) аортоподвздошного сегмента. Баллонная ангиопластика с первичным стентированием под контролем ВСУЗИ проведена в 49 случаях; 22 вмешательства выполнены без ВСУЗИ-ассистенции. Группы были сопоставимы по клиническим показателям, включая возраст, лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), и по количеству имплантированных стентов. Средний период наблюдения составил более 4 лет. В 40% случаев данные ВСУЗИ показали неполное или неравномерное раскрытие стента в ходе первичной процедуры. Первичная проходимость

через 3 и 6 лет составила 100 и 100% в группе с ВСУЗИ и 82 и 69% – в группе без ВСУЗИ соответственно ($p < 0,001$). В группе с ВСУЗИ отсутствовала необходимость в повторных реваскуляризациях, тогда как без ВСУЗИ она составила 23% ($p < 0,05$). Общая выживаемость через 3 и 6 лет достигала 84 и 67% соответственно. Авторы пришли к выводу о том, что ВСУЗИ значительно улучшает отдаленную проходимость поражений подвздошных артерий, восстановленных с помощью баллонной ангиопластики и стентирования, путем определения соответствующего конечного диаметра баллона для ангиопластики и стента.

При проведении рандомизированного исследования, включавшего 237 пациентов из 7 центров в Южной Корее, обнаружено значительное улучшение ЛПИ после вмешательства (0,99 против 0,93; $p = 0,001$) у 119 пациентов, которым оно выполнялось под ВСУЗИ-контролем, по сравнению со 118 пациентами, у которых проводили только ангиографию. Также было обнаружено улучшение первичной проходимости через 1 год (84% против 70%; $p = 0,01$).

В исследовании P. Krishnan et al. изучена эффективность применения ВСУЗИ у пациентов с рестенозом после стентирования бедренно-подколенного сегмента с использованием ротационной атерэктомии. Ретроспективный одноцентровый анализ проводился с 2012 по 2016 г., включал 114 пациентов с симптомным поражением. Критериями исключения из анализа являлись критическая ишемия конечности, поражение подвздошного сегмента, менее 1 артериального бассейна оттока на стопу, перелом/сдавление стента, а также тромботическое поражение. Первичной конечной точкой была клинически обусловленная реваскуляризация целевого поражения в течение 12 мес, которая составила 18% против 51% без ВСУЗИ ($p = 0,03$). Имеются данные о пользе агрессивного дебалкинга в профилактике повторных вмешательств у пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента. Польза ВСУЗИ в плане понимания оператором в режиме реального времени истинной выраженности остаточного стеноза и характеристик сосуда способствует улучшению отсроченных показателей проходимости и необходимости в повторных вмешательствах, в том числе за счет того, что позволяет проводить более агрессивный дебалкинг.

К. Kuku et al. в своем исследовании провели сравнение ангиографических данных и ВСУЗИ-измерений референсных участков сосуда в ходе вмешательств на периферических артериях ниже колена у 20 пациентов из двух центров в США и Австралии. Цифровая субтракционная ангиография (ЦСА) и ВСУЗИ выполнялись до и после вмешательства, после чего изображения отправляли в независимую основную лабораторию для стандартизированного количественного анализа нормальных референсных размеров сосудов, если они были доступны. Общий ($n = 19$) средний референсный диаметр сосуда по данным ангиографии составил $2,98 \pm 1,24$ мм против $3,47 \pm 0,72$ мм по данным ВСУЗИ (средняя разница 0,50 мм; $p = 0,14$). Был сделан вывод о том, что размер просвета сегментов ниже колена по данным ангиографии может занижаться даже при проведении количественной оценки, но это можно скорректировать посредством применения ВСУЗИ, поскольку адекватное измерение, предположительно, способно повлиять на ближайшие и отдаленные результаты.

До последнего времени цифровая субтракционная ангиография считалась «золотым стандартом» для определения размеров и выбора расходного материала для вмешательств. В исследовании G. Pliagas et al. от 2020 г. сравнивалась оценка диаметра сосуда с помощью ангиографии с измерениями по данным ВСУЗИ. Был проведен ретроспективный анализ данных 43 пациентов, перенесших эндоваскулярное вмешательство с использованием ангиографии или ВСУЗИ. Ангиографические измерения выполнялись оператором, не осведомленным о результатах ВСУЗИ. Среди исследуемых пациентов 58% были мужского пола, большинство (72%) – в возрасте 60–89 лет, 58% больных имели III класс ишемии по Резерфорду, 42% – критическую ишемию конечности (IV или V класс по Резерфорду). Анализировались сегменты на разных уровнях, включая поверхностные бедренные, подколенные, передние и задние большеберцовые, малоберцовые артерии. В целом, независимо от сегмента артерии, измерения, полученные на основе ангиографических изображений, были значительно меньше, чем те, которые были получены при анализе данных ВСУЗИ. Был проведен анализ по подгруппам, в ходе которого сравнивались показатели

ВСУЗИ и ангиографии у мужчин ($n=25$) и женщин ($n=18$). Диаметр сосудов ниже колена по данным ангиографии у мужчин и женщин отличался несущественно, разница по данным ВСУЗИ была более выраженной. Диаметр на уровне бедренной, подколенной артерии и тибеоперонеального ствола составил в среднем по данным ЦСА и ВСУЗИ 5,5, 5,0, 3,0 мм и 6,4, 6,2, 4,3 мм соответственно у мужчин; 5,0, 4,5, 3,0 мм и 5,7, 5,1, 3,7 мм соответственно у женщин, различия достоверно значимые.

Несмотря на то что ангиография остается важнейшим компонентом диагностики и вмешательства при ХИНК и КИНК, она имеет ряд ограничений. J. Mustapha et al. провели анализ, сравнивая внесосудистое ультразвуковое исследование с ангиографией, и обнаружили лучшую корреляцию между селективной ангиографией и ультразвуком по сравнению с неселективной ангиографией, особенно это касалось недостаточно четкой визуализации берцовых артерий. Проспективный анализ, проведенный Z. Arthurs et al., показал, что при оценке стеноза по данным ангиографии по сравнению с ВСУЗИ степень выраженности во второй группе в среднем была больше на 10%. Кроме того, протяженность бляшки, определяемая с помощью ангиографии, была на 3 мм меньше, чем полученная с помощью ВСУЗИ. Исследование, проведенное V. Kashyap et al., подтвердило вывод о том, что ангиография недооценивает тяжесть поражения периферических сосудов, что может приводить к неадекватному лечению и последующей необходимости в повторных вмешательствах. Показатели визуальной оценки, полученные на основе ангиографических изображений, были неизменно меньше во всех сегментах артерий, чем полученные при ВСУЗИ. Значение этих данных сложно преувеличить, поскольку они непосредственно влияют на ближайшие и отдаленные результаты.

В рандомизированном исследовании IN.PACT DEEP (Drug-Eluting Balloon Versus Standard Balloon Angioplasty for Infrapopliteal Arterial Revascularization in Critical Limb Ischemia) было проведено сравнение между применением баллонов с лекарственным покрытием и ангиопластикой обычным баллоном в сегментах ниже колена, и оно не выявило значимых преимуществ первых. Одной из вероятных причин, возможно, была неправильная оценка

диаметра большеберцовых артерий, учитывая, что средний размер использованного баллона составлял 2,1 мм. Это резко отличается от среднего диаметра берцовых сосудов, полученного в исследовании G. Pliagas et al. Точный размер сосуда необходим для оптимизации доставки биологических препаратов в адвентицию с помощью устройств, выделяющих лекарственные средства. Кроме того, оптимизация размеров баллонных катетеров может снизить риск таких осложнений, как тромбоз, перфорация артерии и диссекции. При использовании только ангиографии размеры эндоваскулярных устройств определяются по диаметру внутреннего просвета, а не истинного диаметра сосуда на уровне меди. Поскольку измерения, полученные с помощью ангиографической визуализации, постоянно недооценивают размер сосуда, использование ВСУЗИ может помочь в определении алгоритмов лечения и привести к улучшению эндоваскулярных результатов.

Работа R. Allan et al. была первым рандомизированным контролируемым исследованием, продемонстрировавшим, что ВСУЗИ улучшает результаты при вмешательствах на бедренно-подколенном сегменте [47]. Первичной конечной точкой было отсутствие значимого рестеноза при дуплексном ультразвуковом исследовании в течение 12 мес, вторичной конечной точкой – клинически обусловленная реваскуляризация целевого поражения. Спустя 12 мес отсутствие значимого рестеноза превалировало в группе ВСУЗИ (72% против 55%; $p=0,008$). Значимой разницы в отношении повторной реваскуляризации целевого поражения обнаружено не было (84 и 82%; $p=0,776$). Средний диаметр сосуда был значительно больше по данным ВСУЗИ (5,60 мм против 5,10 мм; $p<0,001$). Изменение тактики лечения на основании данных, полученных с помощью ВСУЗИ, имело место в 79% случаев. Частота значимого рестеноза была достоверно ниже в группе ВСУЗИ в условиях применения баллонов с лекарственным покрытием (9% против 37%; $p=0,001$). Таким образом, использование ВСУЗИ в ходе вмешательства привело к значительному снижению частоты рестеноза.

В исследовании O. Iida et al. от 2014 г. проведена оценка влияния ВСУЗИ на первичную проходимость после имплантации нитиновых стентов при TASC II A–C поражениях

бедренно-подколенного сегмента, критическая ишемия конечностей имела место в 28% случаев [44]. Всего в исследование включено 1198 поражений, ВСУЗИ выполнялось в 22% случаев, как правило при более сложных поражениях (большая протяженность поражения, меньший диаметр). В группе ВСУЗИ выявили более высокую 5-летнюю первичную проходимость (65% против 35%, $p < 0,001$), более предпочтительными оказались показатели вторичной проходимости ($p < 0,004$), частоты повторного вмешательства ($p < 0,001$), неблагоприятных событий в конечности ($p < 0,001$) и выживаемости без осложнений ($p < 0,001$).

В недавнем исследовании К. Miki et al. проанализировали 335 поражений бедренно-подколенного сегмента, оценка при помощи ВСУЗИ проводилась до и после имплантации стента. Средняя длина поражения составила $13,2 \pm 9,8$ см. В отдаленном периоде (24 мес) оценивалась частота MALE и рестеноза в стенке по данным УЗДГ: в 15% случаев (42 из 286) потребовалась повторная реваскуляризация, в 1 – большая ампутация, 7% ($n = 18$) пациентов умерли. Первичная проходимость через 12 и 24 мес составила 82 и 73% соответственно. Многофакторный анализ показал, что увеличение протяженности поражения было независимым предиктором нарушения проходимости, тогда как применение цилостазола и больший дистальный референсный диаметр наружной эластичной мембраны ассоциировались с лучшей проходимостью стента в отдаленном периоде. Первичная проходимость спустя 24 мес составила 84% при поражениях с площадью дистальной эластичной мембраны более $29,0 \text{ мм}^2$ в сравнении с 53% при показателе $\leq 29,0 \text{ мм}^2$ ($p < 0,001$). Таким образом авторы пришли к выводу, что при поражениях бедренно-подколенного сегмента с большим дистальным референсным диаметром по данным ВСУЗИ имплантация стента может рассматриваться как рациональный вариант лечения с вероятностью получения приемлемых среднесрочных результатов.

В обзоре G. Markis от 2017 г. проанализированы данные 13 ретроспективных исследований [51]. В семи из них изучалась роль ВСУЗИ при ангиопластике и стентировании артерий нижних конечностей [51], в 4 из которых участвовало в общей сложности 2258 пациентов, и проводилось сравнение между вмешательствами под ВСУЗИ-контролем и без него

(1589 в группе ВСУЗИ); период наблюдения 4–62 мес [51]. Показатели отдаленной проходимости варьировались: 62–100% в группе ВСУЗИ против 69–83% в группе без ВСУЗИ. В трех исследованиях (в общей сложности 468 пациентов) были представлены данные о выживаемости без повторного вмешательства и без крупных неблагоприятных событий, отмечена статистически значимая разница в пользу группы ВСУЗИ [51]. Частота ампутаций также была меньше в группе ВСУЗИ (5% против 10%, $p < 0,001$), о чем сообщили S. Panaich et al., где выборка составила более 92 000 пациентов; также сообщалось о значительно более низкой частоте осложнений в этой группе. Еще в трех исследованиях, посвященных подвздошно-бедренному сегменту, все процедуры реваскуляризации проводились под ВСУЗИ-навигацией, число включенных пациентов составило 573, период наблюдения 10–63 мес. За 5 лет после ангиопластики или стентирования отдаленная проходимость составляла 89–96%, а общая выживаемость 82–100%. Только Н. Kumakura et al. сообщали о перипроцедурных осложнениях, включая развитие дистальной эмболии, гематом и псевдоаневризмы, в 4% случаев (18 из 455). Во всех трех исследованиях отсутствовали данные об ампутациях, при этом Н. Kumakura et al. продемонстрировали отсутствие MACE (major adverse cardiac events) и MACLE (major adverse cardiac and limbs events – серьезных осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы и конечностей) в 71 и 57% наблюдений соответственно в течение 5 лет, без достоверной разницы между подгруппами TASC II типа A/B и C/D ($p = 0,409$).

В пяти исследованиях изучена эффективность применения ВСУЗИ с целью перепрохождения в ходе реканализации из субинтимального пространства в истинный просвет. Исследования преимущественно носили ретроспективный характер, включали 96 пациентов; средний срок наблюдения составил 1–10,5 мес. Технический успех достигал 97–100%, при этом время процедуры с учетом ВСУЗИ существенно не увеличивалось. В отдаленном периоде клинический успех в трех исследованиях составил 100%. Только в исследовании D. Jacob et al. сообщалось о перипроцедурных осложнениях: у 4 (18%) из 22 пациентов развилось кровотечение в области реваскуляризации. В исследовании D. Ка-

wasaki et al. проводилось сравнение между перепрохождением в истинный просвет под контролем ВСУЗИ и без него. Согласно полученным результатам, технический успех оказался выше в группе ВСУЗИ – 97% против 81% соответственно.

В проспективном когортном исследовании A. Ciorra et al. оценивали эффективность применения ВСУЗИ при проведении атерэктомии у 30 пациентов, был продемонстрирован 100% технический успех. В отдаленном периоде первичная проходимость составила 90%, а клинический успех – 100%. Перипроцедурных осложнений или крупных ампутаций зарегистрировано не было, частота повторной реваскуляризации составила 10% (3/30). Решение об имплантации стента принималось на основании наличия по данным ВСУЗИ кровотока-лимитирующей диссекции в режиме Chroma-Flow (режим выделения кровотока цветом), сохраняющейся после длительной баллонной дилатации (> 3 мин), резидуально-го стеноза более 50%.

По результатам двух исследований было высказано предположение, что с помощью ВСУЗИ можно ограничить объем или полностью избежать введения контрастного вещества, что может быть актуально при наличии у пациентов скомпрометированной почечной функции. D. Kawasaki et al. продемонстрировали в своем исследовании значимое уменьшение нагрузки контрастом в группе с ВСУЗИ – 104 мл против 201 мл в группе без ВСУЗИ ($p < 0,001$).

Результаты приведенных исследований можно интерпретировать как преимущества внутрисосудистой визуализации, а именно ультразвука, по сравнению с изолированной ангиографией. Последняя, являясь двухмерным методом, несет известные ограничения. Тогда как ВСУЗИ благодаря томографической проекции и прямому обзору артериальной стенки предоставляет ценную информацию не только о просвете, но и о морфологии поражения, структуре сосуда. Хотя ВСУЗИ не дает понимания о гемодинамической значимости стеноза, оно позволяет точно оценить степень стеноза, то есть объем бляшки, и составить более полное представление о поражении, позволяет провести необходимые измерения, касающиеся подбора размера и оптимизации стента, оценки аппозиции, раскрытия стента, неполноценность которого

может приводить к нарушению проходимости вследствие рестеноза.

Заключение

Результаты многих исследований, хотя и ретроспективных в большинстве случаев, продемонстрировали благоприятные отдаленные результаты в отношении первичной проходимости, необходимости повторных вмешательств, частоты ампутаций и крупных неблагоприятных событий под контролем ВСУЗИ-навигации. Однако проспективные, независимые контролируемые рандомизированные исследования будут полезны для следующих целей: предоставление доказательств уровня I в поддержку использования ВСУЗИ в глобальных рекомендациях, помощь в установлении причинно-следственной связи с улучшением клинических результатов, укрепление доказательной базы для обоснования использования ВСУЗИ в этих случаях. С учетом все более широкого выполнения периферических вмешательств в мире, равно как и ВСУЗИ, следует ожидать появления подобных исследований в ближайшем будущем.

Есть серьезные основания предполагать, что результаты применения ВСУЗИ на периферических сосудах могут согласовываться с таковыми при применении этого метода в ходе коронарных вмешательств.

Использование дорогостоящего расходного материала, а именно одноразовых катетеров с датчиком ВСУЗИ, и необходимость в опытном специалисте, который умеет правильно применять метод и интерпретировать полученные данные, являются основными факторами, приводящими к увеличению затрат на процедуру и ограничивающими распространение метода. Конкретные области, которые требуют инвестиций, включают следующие направления: возможности для обучения интерпретации изображений специалистов, практикующих периферические эндоваскулярные вмешательства; улучшение рабочих процессов для снижения продолжительности процедуры; разработка прагматичных клинических исследований для обоснования поддержки лечения с использованием ВСУЗИ для конкретных клинических сценариев.

У пациентов из наиболее тяжелой группы с КИНК сохраняющаяся частота ампутаций требует улучшения результатов эндоваскулярных процедур, которого можно было бы до-

стичь в том числе за счет квалифицированного применения ВСУЗИ. Даже скептически настроенные исследователи сходятся во мнении, что ВСУЗИ является полезным инструментом для понимания морфологических характеристик бляшки и сосудистой стенки в ходе вмешательства, что, очевидно, несет существенную пользу в отношении ближайших и отдаленных результатов.

Литература/References

1. Criqui M.H., Aboyans V. Epidemiology of peripheral artery disease. *Circ. Res.* 2015; 116: 1509–1526.
2. Gerhard-Herman M.D., Gornik H.L., Barrett C., Barshes N.R., Corriere M.A., Drachman D.E. et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2017; 135 (12): e686–e725. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000470
3. 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. *J. Vasc. Surg.* 2019; 69: 3S–125S.
4. Cecchini A.L., Biscetti F., Rando M.M., Nardella E., Pecorini G., Eraso L.H. et al. Dietary risk factors and eating behaviors in Peripheral Arterial Disease (PAD). *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 16: 10814.
5. Reinecke H., Unrath M., Freisinger E., Bunzemeier H., Meyborg M., Lüders F. et al. Peripheral arterial disease and critical limb ischaemia: still poor outcomes and lack of guideline adherence. *Eur. Heart J.* 2015; 36: 932–938.
6. Park U.J., Kim H.T., Roh Y.N. Factors affecting outcomes after endovascular treatment for femoropopliteal atherosclerotic lesions. *Asian J. Surg.* 2019; 42: 209–216. DOI: 10.1016/j.asjsur.2018.04.008
7. Norgren L., Hiatt W.R., Dormandy J.A., Nehler M.R., Harris K.A., Fowkes F.G.R. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J. Vasc. Surg.* 2007; 45: S5–S67. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.037
8. Clark T.W.I., Groffsky J.L., Soulen M.C. Predictors of long-term patency after femoropopliteal angioplasty: results from the STAR Registry. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2001; 12: 923–933. DOI: 10.1016/S1051-0443(07)61570-X
9. Matsi P.J., Manninen H.I., Vanninen R.L., Suhonen M.T., Oksala I., Laakso M. et al. Femoropopliteal angioplasty in patients with claudication: primary and secondary patency in 140 limbs with 1–3-year follow-up. *Radiology.* 1994; 191: 727–733. DOI: 10.1148/radiology.191.3.8184053
10. Davies M.G., Saad W.E., Peden E.K., Mohiuddin I.T., Naoum J.J., Lumsden A.B. Percutaneous superficial femoral artery interventions for claudication – does runoff matter? *Ann. Vasc. Surg.* 2008; 22: 790–798. DOI: 10.1016/j.avsg.2008.04.007
11. Kudo T., Chandra F.A., Ahn S.S. Long-term outcomes and predictors of iliac angioplasty with selective stenting. *J. Vasc. Surg.* 2005; 42 (3): 466–475. DOI: 10.1016/j.jvs.2005.05.002
12. Kavaliauskienė Z., Benetis R., Inčiūra D., Aleksynas N., Kaupas R.S., Antuševs A. Factors affecting primary patency of stenting for TransAtlantic Inter-Society (TASC II) type B, C, and D iliac occlusive disease. *Medicina (Kaunas).* 2014; 50 (5): 287–294. DOI: 10.1016/j.medic.2014.10.003
13. Timaran C.H., Prault T.L., Stevens S.L., Freeman M.B., Goldman M.H. Iliac artery stenting versus surgical reconstruction for TASC (Transatlantic Inter-Society Consensus) type B and C iliac lesions. *J. Vasc. Surg.* 2003; 38 (2): 272–278. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00411-7
14. Kasemi H., Marino M., Dionisi C.P., Di Angelo C.L., Fadda G.F. Seven-year approach evolution of the aortoiliac occlusive disease endovascular treatment. *Ann. Vasc. Surg.* 2016; 30: 277–285. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.07.016
15. Jongkind V., Akkersdijk G.J., Yeung K.K., Wisselink W. A systematic review of endovascular treatment of extensive aortoiliac occlusive disease. *J. Vasc. Surg.* 2010; 52 (5): 1376–1383. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.04.080
16. Ye W., Liu C.W., Ricco J.B., Mani K., Zeng R., Jiang J. Early and late outcomes of percutaneous treatment of transatlantic inter-society consensus class C and D aortoiliac lesions. *J. Vasc. Surg.* 2011; 53 (6): 1728–1737. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.02.005
17. Danczyk R.C., Mitchell E.L., Burk C., Singh S., Liem T.K., Landry G.J. et al. Comparing patient outcomes between multiple ipsilateral iliac artery stents and isolated iliac artery stents. *J. Vasc. Surg.* 2012; 55 (6): 1637–1646, Discussion 1646. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.12.048
18. Mwapatayi B.P., Sharma S., Daneshmand A., Thomas S.D., Vijayan V., Altaf N. et al.; COBEST co-investigators. Durability of the balloon-expandable covered versus bare-metal stents in the Covered versus Balloon Expandable Stent Trial (COBEST) for the treatment of aortoiliac occlusive disease. *J. Vasc. Surg.* 2016; 64 (1): 83–94.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.02.064
19. Pulli R., Dorigo W., Fargion A., Innocenti A.A., Pratesi G., Marek J., Pratesi C. Early and long-term comparison of endovascular treatment of iliac artery occlusions and stenosis. *J. Vasc. Surg.* 2011; 53 (1): 92–98. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.08.034
20. Thukkani A.K., Kinlay S. Endovascular intervention for peripheral artery disease. *Circ. Res.* 2015; 116 (9): 1599–1613. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303503
21. Schillinger M., Sabeti S., Loewe C., Dick P., Amighi J., Mlekusch W. et al. Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery. *N. Engl. J. Med.* 2006; 354 (18): 1879–1888. DOI: 10.1056/NEJMoa051303
22. Dick P., Wallner H., Sabeti S., Loewe C., Mlekusch W., Lammer J. et al. Balloon angioplasty versus stenting with nitinol stents in intermediate length superficial femoral artery lesions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2009; 74 (7): 1090–1095. DOI: 10.1002/ccd.22128
23. Laird J.R., Katzen B.T., Scheinert D., Lammer J., Carpenter J., Buchbinder M. et al.; RESILIENT Investigators. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2010; 3 (3): 267–276. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468
24. Dake M.D., Ansel G.M., Jaff M.R., Ohki T., Saxon R.R., Smouse H.B. et al.; Zilver PTX Investigators. Paclitaxel-eluting stents show superiority to balloon angioplasty and bare metal stents in femoropopliteal disease: twelve-month Zilver PTX randomized study results. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2011; 4 (5): 495–504. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.962324
25. Dake M.D., Ansel G.M., Jaff M.R., Ohki T., Saxon R.R., Smouse H.B. et al.; Zilver PTX Investigators. 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; discussion 1483. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016900
26. Muradin G.S., Bosch J.L., Stijnen T., Hunink M.G. Balloon dilation and stent implantation for treatment of femoropopliteal arterial disease: meta-analysis. *Radiology*. 2001; 221 (1): 137–145. DOI: 10.1148/radiol.2211010039
 27. Caradu C., Lakhli E., Colacchio E.C., Midy D., Bérard X., Poirier M., Ducasse E. Systematic review and updated meta-analysis of the use of drug-coated balloon angioplasty versus plain old balloon angioplasty for femoropopliteal arterial disease. *J. Vasc. Surg.* 2019; 70 (3): 981–995. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.01.080
 28. Micari A., Vadalà G., Castriota F., Liso A., Grattoni C., Russo P. et al. 1-Year results of paclitaxel-coated balloons for long femoropopliteal artery disease: evidence from the SFA-Long Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (9): 950–956. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.02.014
 29. Micari A., Nerla R., Vadalà G., Castriota F., Grattoni C., Liso A. et al. 2-Year results of paclitaxel-coated balloons for long femoropopliteal artery disease: evidence from the SFA-Long Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (7): 728–734. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.01.028
 30. Boc V., Kozak M., Eržen B., Božič Mijovski M., Boc A., Blinc A. Prognostic factors for restenosis of superficial femoral artery after endovascular treatment. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (19): 6343. DOI: 10.3390/jcm12196343
 31. Jämsén T.S., Manninen H.I., Jaakkola P.A., Matsi P.J. Long-term outcome of patients with claudication after balloon angioplasty of the femoropopliteal arteries. *Radiology*. 2002; 225 (2): 345–352. DOI: 10.1148/radiol.2252011407
 32. Baril D.T., Marone L.K., Kim J., Go M.R., Chaer R.A., Rhee R.Y. Outcomes of endovascular interventions for TASC II B and C femoropopliteal lesions. *J. Vasc. Surg.* 2008; 48 (3): 627–633. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.04.059
 33. Mustapha J.A., Finton S.M., Diaz-Sandoval L.J., Saab F.A., Miller L.E. Percutaneous transluminal angioplasty in patients with infrapopliteal arterial disease: systematic review and meta-analysis. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (5): e003468. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003468
 34. Varcoe R.L., Thomas S.D., Rapoza R.J., Kum S. Lessons learned regarding handling and deployment of the absorb bioresorbable vascular scaffold in infrapopliteal arteries. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24 (3): 337–341. DOI: 10.1177/1526602817698935
 35. Baumann F., Fust J., Engelberger R.P., Hügel U., Do D.D., Willenberg T. et al. Early recoil after balloon angioplasty of tibial artery obstructions in patients with critical limb ischemia. *J. Endovasc. Ther.* 2014; 21 (1): 44–51. DOI: 10.1583/13-4486MR.1
 36. Gardiner G.A. Jr, Bonn J., Sullivan K.L. Quantification of elastic recoil after balloon angioplasty in the iliac arteries. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2001; 12: 1389–1393.
 37. Isner J.M., Rosenfield K., Losordo D.W., Rose L., Langevin R.E. Jr, Razvi S., Kosowsky B.D. Combination balloon-ultrasound imaging catheter for percutaneous transluminal angioplasty. Validation of imaging, analysis of recoil, and identification of plaque fracture. *Circulation*. 1991; 84 (2): 739–754. DOI: 10.1161/01.cir.84.2.739
 38. Shishehbor M.H., Rundback J., Bunte M., Hammad T.A., Miller L., Patel P.D. et al. SDF-1 plasmid treatment for patients with peripheral artery disease (STOP-PAD): randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Vasc. Med.* 2019; 24 (3): 200–207. DOI: 10.1177/1358863X18817610
 39. Li J., Varcoe R., Manzi M., Kum S., Iida O., Schmidt A., Shishehbor M.H. Below-the-knee endovascular revascularization: a position statement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (5): 589–607. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.11.040
 40. Schmidt A., Ulrich M., Winkler B., Klawffling C., Bausback Y., Bräunlich S. et al. Angiographic patency and clinical outcome after balloon-angioplasty for extensive infrapopliteal arterial disease. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 76 (7): 1047–1054. DOI: 10.1002/ccd.22658
 41. Rand T., Basile A., Cejna M., Fleischmann D., Funovics M., Gschwendtner M. et al. PTA versus carbofil-coated stents in infrapopliteal arteries: pilot study. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2006; 29 (1): 29–38. DOI: 10.1007/s00270-005-0276-9
 42. Söder H.K., Manninen H.I., Jaakkola P., Matsi P.J., Räsänen H.T., Kaukanen E. et al. Prospective trial of infrapopliteal artery balloon angioplasty for critical limb ischemia: angiographic and clinical results. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2000; 11 (8): 1021–1031. DOI: 10.1016/s1051-0443(07)61332-3
 43. Ferraresi R., Centola M., Ferlini M., Da Ros R., Caravaggi C., Assaloni R. et al. Long-term outcomes after angioplasty of isolated, below-the-knee arteries in diabetic patients with critical limb ischaemia. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2009; 37 (3): 336–342. DOI: 10.1016/j.ejvs.2008.12.001
 44. Iida O., Takahara M., Soga Y., Suzuki K., Hirano K., Kawasaki D. et al. Efficacy of intravascular ultrasound in femoropopliteal stenting for peripheral artery disease with TASC II class A to C lesions. *J. Endovasc. Ther.* 2014; 21 (4): 485–492. DOI: 10.1583/14-4721R.1
 45. Divakaran S., Parikh S.A., Hawkins B.M., Chen S., Song Y., Banerjee S. et al. Temporal trends, practice variation, and associated outcomes with IVUS use during peripheral arterial intervention. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (20): 2080–2090. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.07.050
 46. Fujihara M., Yazu Y., Takahara M. Intravascular ultrasound-guided interventions for below-the-knee disease in patients with chronic limb-threatening ischemia. *J. Endovasc. Ther.* 2020; 27 (4): 565–574. DOI: 10.1177/1526602820935606
 47. Allan R.B., Puckridge P.J., Spark J.I., Delaney C.L. The impact of intravascular ultrasound on femoropopliteal artery endovascular interventions: a randomized controlled trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (5): 536–546. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.01.001
 48. Hitchner E., Zayed M., Varu V., Lee G., Aalami O., Zhou W. A prospective evaluation of using IVUS during percutaneous superficial femoral artery interventions. *Ann. Vasc. Surg.* 2015; 29 (1): 28–33. DOI: 10.1016/j.avsg.2014.07.026
 49. Bom N., Li W., van der Steen A.F., Lancée C.T., Céspedes E.I., Slager C.J., de Korte C.L. New developments in intravascular ultrasound imaging. *Eur. J. Ultrasound.* 1998; 7 (1): 9–14. DOI: 10.1016/s0929-8266(98)00007-x
 50. Batkoff B.W., Linker D.T. Safety of intracoronary ultrasound: data from a Multicenter European Registry. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1996; 38 (3): 238–241. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0304(199607)38:3<238::AID-CCD3>3.0.CO;2-9
 51. Makris G.C., Chrysafi P., Little M., Patel R., Bratby M., Wigham A., Anthony S., Uberoi R. The role of intravascular ultrasound in lower limb revascularization in patients with peripheral arterial disease. *Int. Angiol.* 2017; 36 (6): 505–516. DOI: 10.23736/S0392-9590.17.03866-4

© Коллектив авторов, 2025

УДК [616.132.2+616.137.83]-089.819.5

Современные технологии эндоваскулярной хирургии при лечении кальциноза коронарных артерий и общей бедренной артерии на примере клинического случая

С.Ю. Даниленко^{1,2}✉, П.М. Ермолаев^{1,2}, З.А. Кавтеладзе^{1,2}, О.Н. Ткачева¹

¹ Российский геронтологический научно-клинический центр 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

✉ 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

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

Ткачева Ольга Николаевна, д-р мед. наук, профессор, директор Российского геронтологического научно-клинического центра; orcid.org/0000-0002-4193-688X

Резюме

Лечение кальцинированных поражений коронарных и периферических артерий представляет собой серьезную «техническую» проблему при проведении эндоваскулярных вмешательств и может сопровождаться трудностями диагностики и сложностью принятия стратегических и тактических решений в процессе хирургического лечения. Кальциноз является предиктором неблагоприятных исходов оперативных вмешательств. Современные субстрат-убирающие устройства позволяют удалять внутрисосудистые кальцинированные массы, уменьшая баротравму сосудистых стенок при последующей баллонной дилатации (в том числе при использовании баллонов с лекарственным покрытием) и улучшая возможности оптимальной имплантации стентов и непосредственные и отдаленные результаты эндоваскулярных вмешательств. Интраоперационно на каждом этапе эндоваскулярных вмешательств для их оптимизации используются методы внутрисосудистой визуализации, а при периферических вмешательствах – дополнительно методы дистальной защиты от эмболизации.

На примере клинического случая описано лечение у пациентки кальциноза коронарных артерий с помощью ротационной атерэктомии под контролем внутрисосудистой визуализации одноэтапно в двух сегментах. В одном сегменте – как самостоятельный метод лечения, во втором – с последующим стентированием. А также лечение кальцинированных периферических артерий с применением катетерных методик непрямого атерэктомии под контролем внутрисосудистой визуализации, с последующим использованием баллонов с лекарственным покрытием, с использованием дистальной защиты от эмболии, без стентовых технологий. Изучены клинические результаты в сроки 12 мес после периферической ангиопластики и 6 мес после коронарной ангиопластики.

Ключевые слова: кальциноз коронарных артерий, кальциноз бедренных артерий, субстрат-убирающие устройства, ротационная атерэктомия, внутрисосудистая визуализация

Для цитирования: Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Кавтеладзе З.А., Ткачева О.Н. Современные технологии эндоваскулярной хирургии при лечении кальциноза коронарных артерий и общей бедренной артерии на примере клинического случая. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 76–92. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-76-92

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 21.01.2025
Принята к печати 06.03.2025

Modern technologies of endovascular surgery in the treatment of coronary artery and common femoral artery calcifications on the example of case studies

S.Yu. Danilenko^{1,2}✉, P.M. Ermolaev^{1,2}, Z.A. Kavteladze^{1,2}, O.N. Tkacheva¹

¹ Russian Gerontological Scientific and Clinical Center, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

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

✉ **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

Zaza A. Kavteladze, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department of Vascular and Endovascular Surgery¹, Head of Laboratory of Emergency Vascular and X-ray Endovascular Surgery²; orcid.org/0000-0003-0617-2332

Olga N. Tkacheva, Dr. Med. Sci., Professor, Director of Russian Gerontological Scientific and Clinical Center; orcid.org/0000-0002-4193-688X

Abstract

Treatment of calcified lesions of coronary and peripheral arteries is a serious “technical” problem in endovascular interventions and may be accompanied by diagnostic difficulties and difficulty in making strategic and tactical decisions in the process of surgical treatment. Calcinosi is a predictor of unfavorable outcomes of surgical interventions. Modern substrate removal devices allow to remove intraluminal calcified masses, reducing barotrauma of vascular walls during subsequent balloon dilatation (including drug-coated balloons) and improving the possibilities of optimal stent implantation and immediate and long-term results of endovascular interventions. Intraoperatively, at each stage of endovascular interventions intravascular imaging methods are used for their optimization, and at peripheral interventions additionally methods of distal protection from embolization are used.

This article presents a clinical case of treatment of coronary artery calcinosis in one patient by means of rotational atherectomy under the control of intravascular visualization in two segments in one stage. In one segment as an independent method of treatment, in the second segment – with subsequent stenting. And calcified peripheral arteries using catheter-based indirect atherectomy techniques under the control of intravascular visualization and followed by drug-coated balloons with distal embolic protection, without stent technology. Clinical outcomes at 12 months after peripheral angioplasty and 6 months after coronary angioplasty were studied.

Keywords: coronary artery calcinosis, femoral artery calcinosis, substrate removal devices, rotational atherectomy, intravascular imaging

For citation: Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Kavteladze Z.A., Tkacheva O.N. Modern technologies of endovascular surgery in the treatment of coronary artery and common femoral artery calcifications on the example of case studies. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 76–92 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-76-92

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

Received January 21, 2025

Accepted March 6, 2025

Введение

Частота распространения ишемической болезни сердца (ИБС) и заболеваний периферических сосудов (ЗПС) увеличивается в связи со старением населения, а их сочетание остается актуальной социальной и клинической проблемой на сегодняшний день, в том числе из-за сложности выбора оптимальной стратегии лечения [1]. Высокая частота сочетания ИБС и ЗПС была подтверждена во мно-

гих клинических исследованиях. По данным исследований REACH, AGATHA, у 20–46% больных с установленным атеросклеротическим поражением магистральных артерий имелось сочетание поражений двух или более сосудистых бассейнов [2]. Наличие многососудистого, мультифокального атеросклероза очень часто сопровождается кальцинозом стенок сосудов. Кальцификация сосудов (КС) представляет собой накопление кальция в стенках артерий, что приводит к увеличению их

жесткости и снижению эластичности. Это, в свою очередь, влияет на выбор метода и стратегию лечения.

К факторам риска КС относятся: высокое давление, высокий уровень холестерина, сахарный диабет, курение, недостаточная физическая активность и нарушения питания. Кальциноз коронарных артерий (ККА) часто ассоциируется с ишемической болезнью сердца, а кальциноз периферических артерий, включая кальциноз общей бедренной артерии, может приводить к ишемии конечностей и перемежающейся хромоте. Кальциноз артерий является серьезной проблемой, особенно у пациентов с сахарным диабетом и другими метаболическими расстройствами. Он может привести к инвалидизирующему инфаркту миокарда и ампутации конечности.

Кальцификация коронарных, брахиоцефальных и периферических сосудов была обнаружена у 61% бессимптомных пациентов, обратившихся за профилактической помощью. Отмечена закономерность увеличения кальциноза артериальных бассейнов в зависимости от возраста пациентов. Проявления КС во всех сосудистых бассейнах отмечались более чем у 2/3 пациентов старше 70 лет [3]. Частота встречаемости коронарной кальцификации при выполнении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) в рандомизированных исследованиях колеблется в диапазоне от 18 до 32% и, вероятнее всего, будет расти [4, 5]. Атеросклеротическая медиальная кальцификация является характерным признаком хронической болезни почек и сахарного диабета II типа [6]. Кальцификация рассматривается как потенциальный фактор развития ЗПС и связана с увеличением числа сердечно-сосудистых событий и смертности [7]. Кроме того, КС связана с плохими исходами после эндоваскулярных операций и является более значимым показателем большой ампутации, чем комбинированный лодыжечно-плечевой индекс и обычные факторы сердечно-сосудистого риска, вместе взятые [8].

Методы диагностики

Предложенный A.S. Agatston et al. в 1990 г. стандартизованный метод оценки кальциноза коронарных артерий, названный его именем, применяется и по сей день [9]. Показатель ККА стал самым сильным инструментом прогнозирования риска сердечно-сосудистых за-

болеваний по данным SCCT/STR (Society of Cardiovascular Computed Tomography / Society of Thoracic Radiology) 2016 г. [10]. Несмотря на высокую достоверность метода оценки кальцификации артериального русла по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и цифровой субтракционной ангиографии, не всегда представляется возможность оценить расположение кальцинированных масс в структурах артерий. Задачу углубленной диагностики определения и характера распространенности кальция с высокой достоверностью решают методы внутрисосудистой визуализации [11].

Метод внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) известен с 1980-х годов. Это инвазивный метод исследования для точной полноценной оценки внутреннего просвета и стенок сосудов. Используется для морфологических характеристик поражений артериального русла перед и после выполнения ангиопластики, таких как прямые измерения площади просвета, диаметра и толщины стенки, уровня поражения и протяженности [12, 13]. Современные исследования продемонстрировали клинические преимущества внутрисосудистой визуализации перед ангиографией при эндоваскулярных вмешательствах именно при сложных поражениях, таких как кальцинированные коронарные, периферические артерии [14]. На основании данных, полученных при проведении ВСУЗИ, разработаны шкалы оценки кальцинированных поражений, прогнозирующие вероятность неадекватного раскрытия стента и вследствие этого являющиеся основанием для более агрессивной модификации кальцинированных поражений [15].

ВСУЗИ – более чувствительный метод в изучении кальциноза артерий, позволяющий оценить окружность и длину кальцинированного поражения, максимально точно определить диаметр пораженной артерии, и все эти полученные данные дают возможность выбрать правильные методики эндоваскулярных технологий для конкретного больного. Так, на основании анализа ангиографических данных пациентов, перенесших хирургические вмешательства, наличие участков кальциноза обнаружено в 10–35% случаев, при ВСУЗИ таких пациентов было 70–80% [16]. Использование методов внутрисосудистой визуализации при выполнении ЧКВ по сравнению с ЧКВ под контролем ангиографии снижает

риск сердечно-сосудистой смерти и улучшает результаты. Поэтому информация, полученная с помощью внутрисосудистой визуализации, имеет огромное значение для выбора наиболее подходящей стратегии подготовки кальцинированного поражения, а также определения и оптимизации размера стента [17].

До недавнего времени метод ВСУЗИ даже во многих ведущих странах использовался в клинической практике не более чем в 15% случаев – из-за стоимости устройств, увеличения времени вмешательства и отсутствия доказательной базы. Но после получения результатов последних исследований по использованию ВСУЗИ в широкой клинической практике, в основном при коронарной ангиопластике, а в последнее время – и при ангиопластике периферических артерий и магистральных вен, в некоторых странах, например Японии, ВСУЗИ применяется почти в 90% случаев всех вмешательств вышеперечисленных локализаций [18].

В коронарных артериях наличие КС связано с меньшим успехом процедур по сравнению с вмешательством на некальцинированной коронарной артерии, поскольку требует правильного выбора технологии и техники операции, как итог – худшие клинические исходы и большая частота осложнений. Во время оперативного вмешательства КС затрудняет проведение любых инструментов, проводников, баллонных катетеров, стентов через пораженные сегменты артерий, что обуславливает недостаточную подготовку пораженного сегмента артерий. Повреждение полимера из-за трения между стентом с лекарственным покрытием и кальцием [19] затрудняет доставку и диффузию лекарств через кальций [20], оптимальное прилегание и фиксацию стента [21].

Анализ КС показал, что поверхностные кальцификаты являются предиктором негативного ремоделирования поражения, что служит важным фактором для прилегания стента. Эти характеристики поражения в значительной степени связаны с повышенным риском нерасширения стента и худшими долгосрочными клиническими исходами. При наличии высокого индекса кальцификации для оптимизации ЧКВ рекомендуется применение орбитальной или ротационной атерэктомии (РА) или внутрисосудистой литотрипсии (ВСЛ) [22].

Методы эндоваскулярного лечения кальциноза коронарных артерий

Баллонная ангиопластика

При ККА используют следующие технологии: ангиопластика стандартными, режущими, надсекающими баллонными катетерами и баллонными катетерами высокого и сверхвысокого давления, ротационная, лазерная, орбитальная атерэктомия и внутрисосудистая литотрипсия.

Некомплаентные баллоны являются первым выбором при кальцинированных стенозах легкой и средней степени тяжести благодаря их устойчивости к высокому давлению раздувания, они характеризуются равномерным расширением и прикладывают большие усилия в пораженном сегменте коронарного сосуда. Однако модификация бляшки с помощью некомплаентных баллонов может быть ограничена из-за более глубокой, толстой или эксцентричной кальцификации, для которой эффективнее применять РА. Баллоны сверхвысокого давления и режущие баллоны изменяют морфологию кальцинированной бляшки, создавая трещины в кальции и меняя податливость поражения, чтобы повысить вероятность максимального увеличения просвета и оптимального расширения стента [23]. Особенностью баллонов сверхвысокого давления является двухслойная конструкция, позволяющая раздувать баллон до очень высокого давления (номинальное давление разрыва составляет 35 атм.) с равномерным расширением, тем самым снижая риск повреждения сосуда [24].

Каждый из этих методов применяется как подготовительный этап перед имплантацией стентов, поскольку основной объем кальцинированных масс остается не разрушен или перемещается в сторону адвентиции, даже с возможной перфорацией артерии [25]. Поэтому субстрат-убирающие устройства позволяют оптимизировать просвет и уменьшить баротравму на сосудистую стенку. А сочетание их с внутрисосудистой визуализацией приводит к изменению процедурных алгоритмов для лечения кальцинированных поражений.

Ротационная атерэктомия

При кальцинированных коронарных поражениях применяется метод ротационной атер-

эктомии, который позволяет механически удалять резистентные или сильно кальцинированные поражения и таким образом расширять просвет [26]. РА минимизирует диссекции и повреждения сосудов за счет способности избирательно срезать твердую, неэластичную бляшку (кальцинированную или фиброзную), не затрагивая при этом окружающую эластичную ткань, которая растягивается от вращающегося бура. РА рассматривается как альтернативная или дополнительная процедура к баллонной ангиопластике. В исследованиях сообщается о благоприятных промежуточных и долгосрочных исходах при использовании РА перед имплантацией стентов [25, 27, 28]. В дальнейшем РА стали рассматривать как альтернативную стратегию подготовки пораженных сосудов, когда обычная баллонная дилатация остается неэффективной. До сих пор нет рандомизированных исследований, демонстрирующих долгосрочную клиническую пользу от рутинного использования РА при выполнении ЧКВ [29].

Было показано, что «бесстентовое» ЧКВ с использованием ротационной атерэктомии и последующей ангиопластикой баллонным катетером с лекарственным покрытием является эффективным методом реваскуляризации кальцинированных поражений, даже в эру стентов нового поколения с лекарственным покрытием. Однако роль этой процедуры при некальцинированных поражениях остается неясной [30, 31]. В настоящее время РА, баллонная ангиопластика с использованием баллонных катетеров высокого давления и последующая имплантация лекарственного стента являются стандартной стратегией ЧКВ у пациентов с тяжелыми кальцинированными поражениями [32]. Применение РА как самостоятельного метода лечения кальцинированных поражений коронарных артерий является предметом дискуссий и по настоящее время.

Орбитальная атерэктомия

Технология орбитальной атерэктомии (ОА) представляет собой эксцентричную коронку Diamondback 360® с алмазным покрытием, установленную на конце приводного вала, который приводится в движение пневматической консолью. Как и в случае с РА, принцип работы ОА заключается в дифференцируемом срезании, но в отличие от РА коронка полностью покрыта алмазной крошкой, которая дву-

направленно «шлифует» кальцинированное поражение сосуда и снижает риск захвата бура. Применение ОА рекомендуется при подготовке кальцинированных поражений *de novo* перед стентированием и не рекомендуется при использовании в шунтах, при диссекции сосудов и тромботических поражениях артериального русла.

Безопасность и эффективность орбитальной атерэктомии доказана одноцентровыми нерандомизированными исследованиями (ORBIT I и II), показавшими адекватную модификацию бляшки с успешным стентированием в 98% случаев и нечастыми осложнениями (диссекции, перфорации, феномен slow-flow и внутрибольничное МАСЕ). По итогам 3-летнего наблюдения, общая кумулятивная частота МАСЕ составила 23,5%, а частота TVR – 10,2%. Другие исследования, проведенные в реальных условиях, подтвердили целесообразность применения данной технологии [33].

Исследования, сравнивающие влияние на подготовку сосуда при ОА и РА, показали, что ОА обеспечивает лучшую модификацию бляшки, особенно в сосудах с большой площадью просвета [34], а также более глубокую модификацию тканей без увеличения числа диссекций и лучшее конечное прилегание стента [21]. Однако прямое рандомизированное сравнение РА и ОА все еще отсутствует. В настоящее время направленная атерэктомия в клинической практике почти не применяется.

Внутрисосудистая литотрипсия

Коронарная внутрисосудистая литотрипсия обеспечивает циркулярную, пульсирующую и механическую энергию, направленную на разрушение коронарного кальция (без удаления!), что повышает вероятность оптимальной подготовки сосудов и хорошего расширения и прикрепления стента [35]. Технология ВСЛ преобразует электрическую энергию в механическую в виде окружающих звуковых волн, излучаемых расположенными на баллоне датчиками, которые способны проникать в интимальный слой и за его пределы. Таким образом, ВСЛ вызывает круговую модификацию бляшки и эффективна как на поверхностных, так и на более глубоких слоях кальция, минимизируя травму мягких тканей и способствуя лучшему раскрытию стента. В отличие от атерэктомии, после ВСЛ-терапии фрагменты кальция остаются на месте, что позволяет

избежать дистальной эмболизации и микрососудистых нарушений.

Данные исследований DISRUPT CAD I и II показали эффективность и безопасность ВСЛ для пациентов с тяжелыми кальцинированными коронарными поражениями в нативных коронарных артериях перед стентированием. Эти исследования продемонстрировали, что литотрипсия обеспечивает оптимальную подготовку сосудов со значительным увеличением площади просвета. Имплантация стента была успешно выполнена во всех поражениях без значительных интрапроцедурных осложнений и с низкой частотой госпитальных событий. Показатели MACE (сердечная смерть, инфаркт миокарда) составили 5 и 7,6% в 30-дневном наблюдении для DISRUPT CAD I и II соответственно [36].

Методы эндоваскулярного лечения кальциноза периферических артерий

Баллонная ангиопластика

Эндоваскулярное вмешательство на артериях нижних конечностей с использованием баллонной ангиопластики (БАП) показало схожие краткосрочные результаты выживаемости без ампутации у пациентов с заболеваниями периферических артерий [37]. Однако баллонная ангиопластика бедренно-подколенных поражений ограничена низким уровнем долгосрочной проходимости [38]. Это связано с высокой, до 84%, частотой развития диссекции [39]. Вмешательства с использованием баллонов и стентов увеличивают размер просвета за счет расширения сосуда, а также характеризуются значительной частотой рестенозов, не улучшая исходы после вмешательства по сравнению с изолированной ангиопластикой [40, 41].

Баллонные катетеры с лекарственным покрытием

Баллоны с лекарственным покрытием доказали свою эффективность благодаря значительному снижению частоты рестенозов после БАП. Длительное раздувание баллонов с лекарством позволяет доставить антипролиферативный препарат, импрегнированный в матрицу поверхности баллона, который призван подавлять процесс рестеноза. Кальцификация сосудов может нарушить процесс всасывания лекарства. Режущие баллонные катете-

ры и баллонные катетеры высокого давления хорошо показали себя в лечении кальцинированных поражений коронарных артерий. Это способствовало дальнейшему применению их при периферической ангиопластике [42].

Катетерная атерэктомия

Использование прямой и непрямой катетерной атерэктомии является главным современным трендом развития эндоваскулярной хирургии в лечении кальциноза периферических артерий. Среди современных тенденций в лечении кальциноза периферических артерий можно выделить следующие минимально инвазивные, высокотехнологичные, высокоэффективные субстрат-убирающие методы, которые позволяют проводить вмешательства с минимальным травматизмом для пациентов и высоким уровнем эффективности [43]: JetStream, Rotarex, TurboHawk.

Тенденции к широкому клиническому использованию, а также оценка высокой эффективности катетерной ротационной атерэктомии отмечены в исследовании JET-SCE study.

По результатам рандомизированного исследования JET-RANGER, сочетание РА и баллонного катетера с лекарственным покрытием показало преимущества по сравнению с баллонной ангиопластикой, в том числе с лекарственным покрытием, в бедренно-подколенном артериальном сегменте [44]. Другие небольшие рандомизированные исследования свидетельствуют о том, что комбинация атерэктомии и БАП с лекарством более эффективна, чем только БАП, при лечении рестенозов в стентах [45] и сложных артериальных поражений, включая тяжелые кальцинированные и протяженные поражения [46, 47]. Однако эти данные не являются убедительными и не обладают достаточной статистической мощностью для ответа на вопрос о дополнительных долгосрочных преимуществах атерэктомии и БАП по сравнению с изолированной ангиопластикой.

Кальцинированное поражение общей бедренной артерии (ОБА) является причиной симптомных признаков заболеваний периферических артерий и обычно составляет часть более обширного атеросклеротического поражения, включающего аортоподвздошные или бедренно-подколенные сегменты.

Учитывая то, что эндоваскулярное лечение признано предпочтительной стратегией пер-

вичной реваскуляризации для большинства атеросклеротических поражений нижних конечностей, выбор метода лечения именно ОБА до сих пор остается самым дискуссионным в сообществе сосудистых и эндоваскулярных хирургов.

«Золотым стандартом» оперативного лечения общей бедренной артерии является открытая сосудистая хирургия (ОСХ) в различных комбинациях и модификациях, поскольку она радикальна и высокоэффективна, а ОБА хирургически сравнительно легкодоступна. ОСХ ОБА ассоциируется с благоприятными долгосрочными клиническими исходами [48]. При сравнении двух методов необходимо учитывать, что эндоваскулярное лечение ОБА имеет некоторые ограничения: неблагоприятные характеристики поражения (бифуркационные общая, поверхностная (ПБА) и глубокая (ГБА) бедренные артерии) и то, что при эндоваскулярном лечении в 30–40% поражений ОБА требуется имплантация стента в место физиологического сгиба с возможностью ограничения доступа к общей бедренной артерии для проведения других эндоваскулярных вмешательств.

С появлением в арсенале устройств катетерной атерэктомии появилось и реальная альтернатива классической открытой эндакрэктомии. В связи с этим эндоваскулярное лечение ОБА начинает получать широкое распространение. Применение технологий субстрат-убирающих устройств открывает перспективы развития и применения их в широкой клинической практике, а сочетанное применение этих устройств и баллонных катетеров с лекарственным покрытием в общих бедренных артериях обещает стать методом выбора при лечении ОБА. Первичное удаление атеросклеротического материала может послужить альтернативным подходом для повышения успеха процедуры и улучшить долгосрочные результаты [49].

В последние годы совершенствование эндоваскулярного оборудования и технических навыков оперирующих хирургов привело к увеличению числа эндоваскулярных вмешательств на ОБА. Эндоваскулярное лечение при поражении ОБА ассоциируется с высоким уровнем непосредственного технического успеха [17], и для улучшения показателей проходимости было предложено несколько различных интервенционных стра-

тегий, включая использование биорассасывающегося стента [50].

В данной статье представлен случай успешного эндоваскулярного лечения пациентки с кальцинированным поражением передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ), ствола левой коронарной артерии (ЛКА), а также ОБА при помощи ротационной атерэктомии Rotablator, катетерной атерэктомии JetStream и баллонного катетера с лекарственным покрытием под контролем внутрисосудистой визуализации, с использованием дистальной защиты от эмболии.

Описание клинического случая

Больная С., 73 года. Находилась на стационарном лечении в Российском государственном научно-клиническом центре геронтологии в 2023 г. с диагнозом: Атеросклероз артерий нижних конечностей. Хроническая ишемия нижних конечностей IIb степени по Покровскому–Фонтейну. Ишемическая болезнь сердца. Стенокардия напряжения II ФК. Гипертоническая болезнь III стадии, риск 4. Дислипидемия. Сахарный диабет II типа. Хроническая болезнь почек 3а ст. (СКФ по формуле СКД-ЕПІ 48 мл/мин/1,73 м²). Хронический атрофический гастрит.

Жалобы на боли в нижних конечностях, больше слева, при ходьбе на 50–70 м, одышку при ускорении темпа ходьбы, проходящие в покое, периодически перебои в работе сердца.

Получены следующие результаты обследований.

МСКТ-ангиография: мультифокальное кальцинированное поражение артерий нижних конечностей. Оклюзия дистальных отделов ОБА справа, стеноз устья правой поверхностной бедренной артерии 40%, средних отделов ПБА справа – 85%. Стеноз ОБА слева 85%, стеноз ПБА слева 75% (рис. 1).

Данные ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) артерий нижних конечностей: окклюзия просвета левой ОБА, в области бифуркации ПБА, ГБА стеноз 90–95%. Скорость кровотока 330 см/с. Гемодинамически значимый стеноз в проксимальном сегменте левой ПБА, скорость кровотока 150–250 см/с. Субтотальный стеноз устья ГБА слева. Скорость кровотока 320–400 см/с. Оклюзия правой ПБА в среднем сегменте. Дистальный кровоток коллатеральный.

Коронарография и ангиография артерий нижних конечностей: выраженный кальциноз

коронарных артерий. Стеноз в теле ствола ЛКА 60%. Стеноз устья ПМЖВ 50%. Протяженный стеноз в среднем сегменте ПМЖВ 70%. Стеноз в дистальном сегменте ПМЖВ 50%. Стеноз в проксимальном сегменте огибающей ветви 60%. Бифуркационный стеноз крупной ветви тупого края 60% (Medina 1-1-1). Субтотальный стеноз в проксимальном сегменте правой коронарной артерии (ПКА). Окклюзия в среднем сегменте ПКА (рис. 2–4).

Стеноз среднего сегмента ПБА 40%, окклюзия на границе среднего и дистального

сегментов ПБА справа. Окклюзия правой МБА от устья. Выраженный кальциноз и субтотальный стеноз левой ОБА. Окклюзия левой задней большеберцовой артерии (ЗББА). Субтотальный стеноз левой МБА (рис. 5).

Эхокардиография: умеренное расширение левого предсердия. Незначительная гипертрофия левого желудочка. Зон нарушенной сократимости не выявлено. Общая сократительная способность миокарда левого желудочка удовлетворительная. Фракция выброса (по Симпсону) 68%. Диастолическая дисфункция ле-



Рис. 1. МСКТ-ангиография нижних конечностей. Общий вид артерий



Рис. 2. Ангиография бассейна левой коронарной артерии. Окружностью отмечен стеноз ствола ЛКА

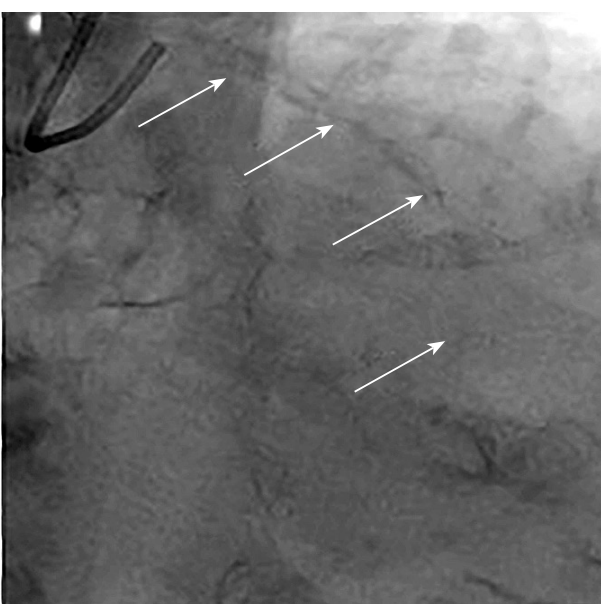


Рис. 3. Ангиография бассейна левой коронарной артерии, краниальная проекция:

а – стрелками указаны стенозы ствола ЛКА, ПМЖВ; *б* – стрелками указан визуальный кальциноз ствола ЛКА, ПМЖВ

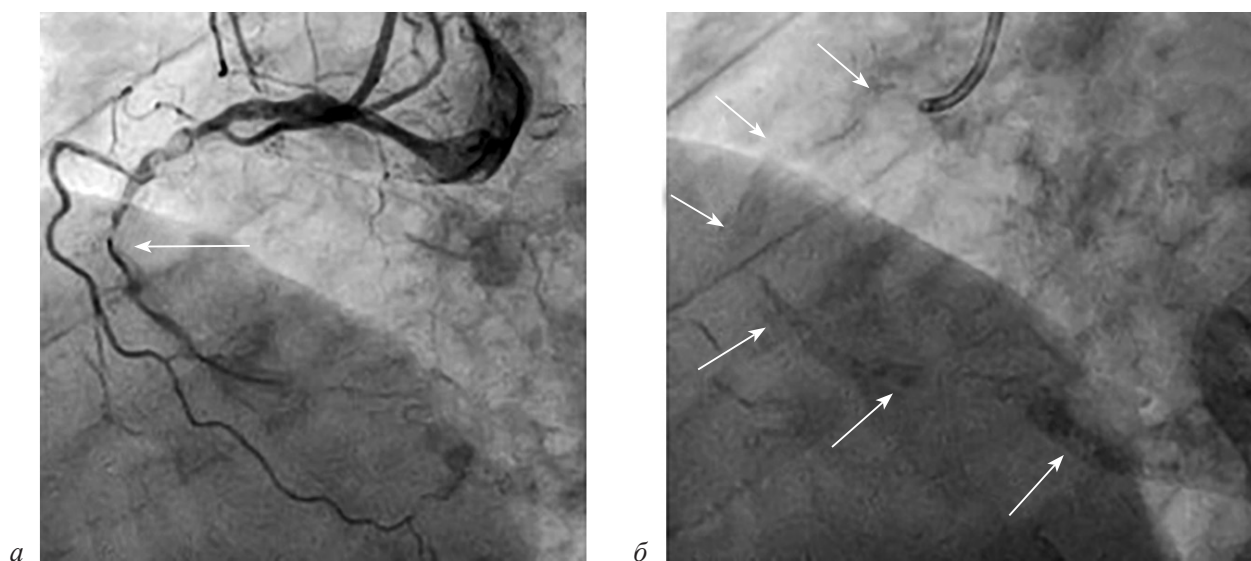


Рис. 4. Ангиография бассейна правой коронарной артерии:

а – стрелкой указана окклюзия в среднем сегменте; б – стрелками указан визуальный кальциноз во всех сегментах ПКА

вого желудочка 1 ст. Расчетное систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) – 29 мм рт. ст.

Обсуждение перед операцией. У больной имеются многососудистое, мультифокальное кальцинированное поражение артерий нижних конечностей и коронарных артерий, множественная сопутствующая патология. Пациентке показано выполнение реваскуляризации миокарда, нижних конечностей в плановом порядке. Учитывая наличие инвалидизирующей

перемежающейся хромоты, принято решение о проведении эндоваскулярного лечения ОБА: ротационной атерэктомии из ОБА с последующим использованием баллонного катетера с лекарственным покрытием.

Описание операции. Доступ: правый бедренный, ретроградный. Контралатерально в левую наружную подвздошную артерию проведен интродьюсер Flexor 7 F. В дистальный сегмент подколенной артерии установлена система дистальной протекции FilterWire



Рис. 5. Ангиография левой ОБА. Стрелками указан кальцинированный стеноз ОБА

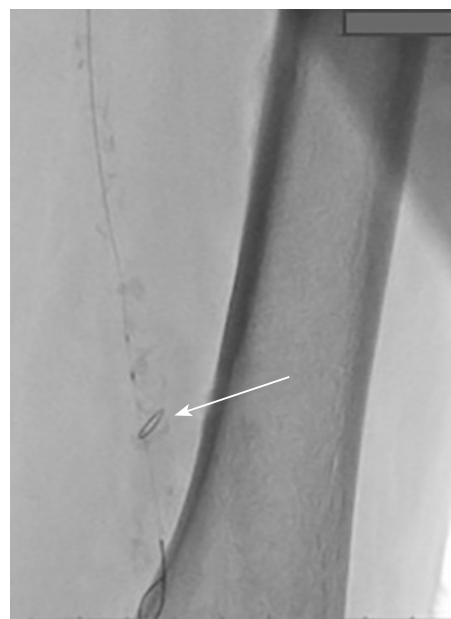


Рис. 6. Рентгеноскопия ПБА. Стрелкой указана позиция раскрытого фильтра дистальной протекции FilterWire 3,5–5,5 мм

3,5–5,5 мм (рис. 6). Затем в зону стеноза ОБА, ПБА проведена система для катетерной атерэктомии JetStream 2,4/3,4 мм (рис. 7). Выполнена атерэктомия катетером с закрытыми лопастями, дважды. Далее проведена атерэктомия с раскрытыми режущими лопастями, дважды. При контрольной ангиографии ос-

таточный стеноз ОБА, ПБА до 50% (рис. 8). Затем выполнена ангиопластика ОБА, ПБА баллонным катетером с лекарственным покрытием Ranger 6,0–80 мм (рис. 9). Давление раздувания баллона до 12 атм. Время экспозиции 3 мин. При контрольной ангиографии ОБА, ПБА с остаточным стенозом до 30%, без

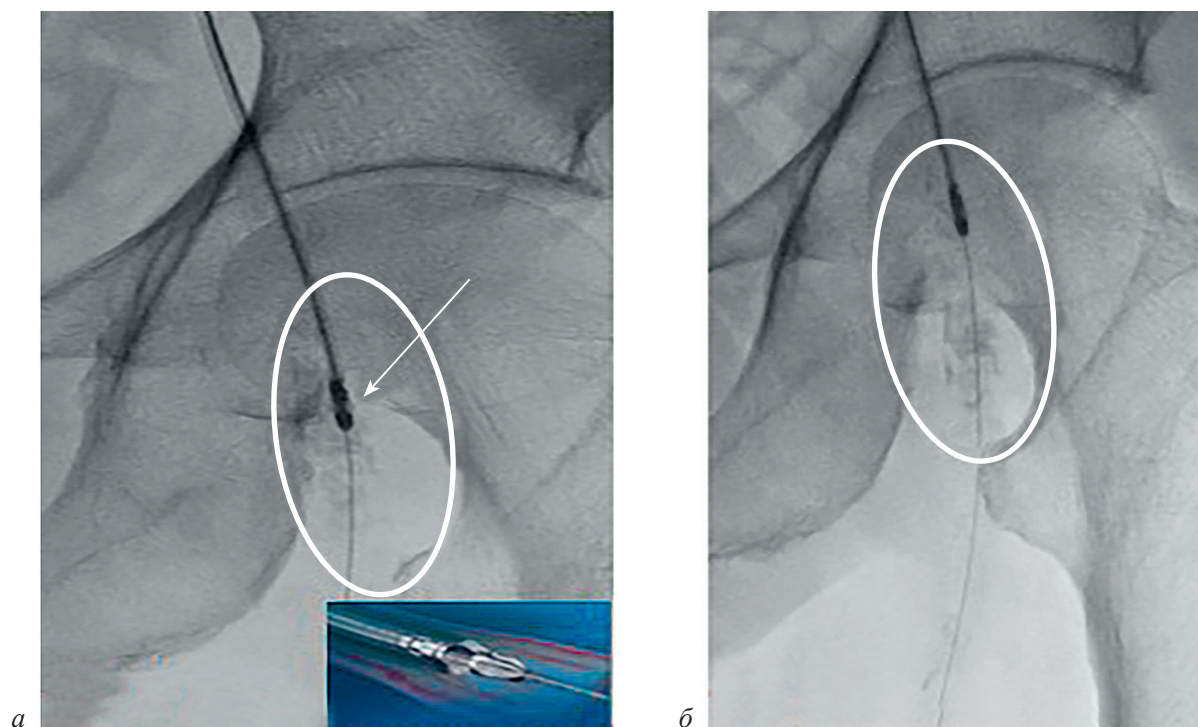


Рис. 7. Рентгеноскопия в прямой и правой проекции:

а – стрелкой отмечен вид катетера при раскрытых лопастях; *б* – белым цветом выделена зона выполнения атерэктомии

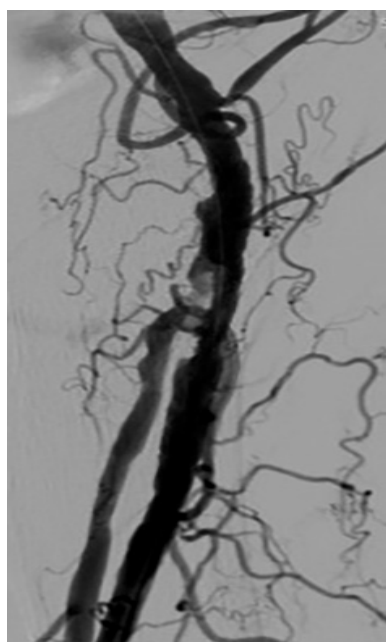


Рис. 8. Ангиография ОБА. Визуализируется остаточный стеноз после выполнения катетерной атерэктомии

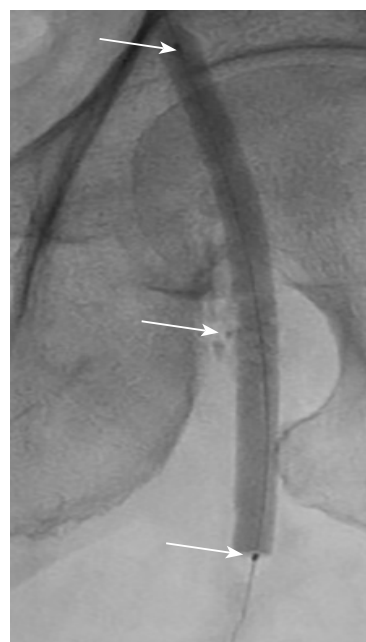


Рис. 9. Ангиопластика ОБА, ПБА. Стрелками показаны границы баллонного катетера

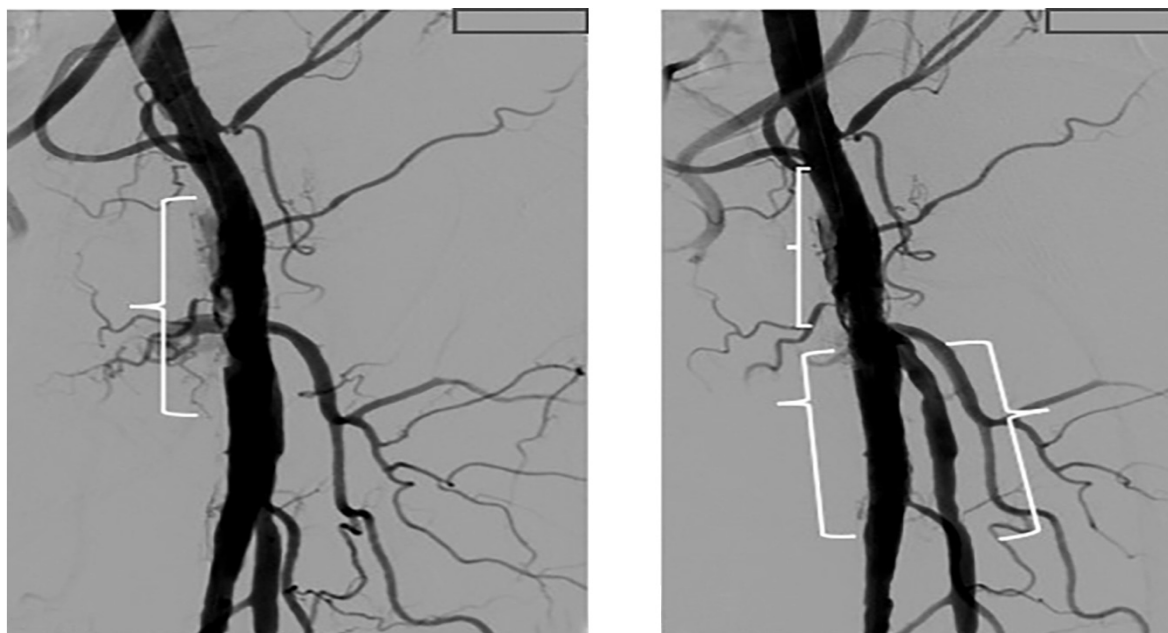


Рис. 10. Финальная ангиография в прямой и левой боковой проекции:

а – скобкой выделена ОБА с остаточным стенозом до 30%; *б* – скобками выделены ОБА, ПБА, ГБА без лимитирования кровотока

кровоток-лимитирующей диссекции (рис. 10). Система дистальной протекции удалена. В фильтре эмболического материала не получено. Оперативное вмешательство закончилось без осложнений.

Контрольная УЗДГ артерий нижних конечностей в раннем послеоперационном периоде. Скоростные характеристики кровотока слева: ОБА 90 см/с, ПБА 75 см/с. Пациентка выписана из стационара с положительной динамикой, отмечает увеличение дистанции безболевой ходьбы до 400–500 м. Назначена стандартная двойная антитромбоцитарная терапия.

Контрольная УЗДГ артерий нижних конечностей через 2 мес. Скорость кровотока ОБА слева 100 см/с, ПБА слева 90 см/с.

В связи с увеличением физической активности больная стала отмечать усиление одышки при ходьбе, возникновение болей в области сердца, купирующихся приемом нитроглицерина.

Больной предложена реваскуляризация миокарда с методом выбора коронарного шунтирования. От выполнения шунтирования больная категорически отказалась.

Через 6 мес после ангиопластики ОБА слева и после подробного изучения поражения коронарных артерий больной было предложено проведение коронарной ангиопластики с использованием ротационной атерэктомии.

Результаты предоперационной ЭхоКГ. Аорта уплотнена и незначительно расширена в восходящем отделе. Умеренное расширение левого предсердия. Незначительная гипертрофия левого желудочка. Зон нарушенной сократимости не выявлено. Общая сократительная способность миокарда левого желудочка удовлетворительная. Фракция выброса (по Симпсону) 59%. Диастолическая дисфункция левого желудочка 1 ст. Расчетное СДЛА 31 мм рт. ст.

План коронарной ангиопластики: катетерная ротационная атерэктомия системой Rotablator из ствола ЛКА, ПМЖВ и стентирование ствола ЛКА, ПМЖВ, под контролем ВСУЗИ.

Ход операции. Доступ бедренный, ретроградный, справа. Интродьюсер 7 F. Проводниковый катетер Launcher EBU 3.5, установлен в устье ствола ЛКА. При помощи микрокатетера Corsair проводник RotaWire 0,009" проведен в дистальный сегмент ПМЖВ. С целью определения внутреннего диаметра артерии, а также выбора диаметра катетера для атерэктомии выполнено ВСУЗИ катетером OptiCross. По результатам исследования диаметр media-to-media среднего сегмента ПМЖВ 2,75 мм. Диаметр media-to-media ствола ЛКА, проксимального сегмента ПМЖВ 3,5 мм. Оптимальная площадь просвета в сред-

нем сегменте ПМЖВ составляет $2,2 \text{ мм}^2$. Отмечается выраженное кальцифицирование ствола ЛКА, ПМЖВ (рис. 11).

Выполнена ротационная атерэктомия RotaLink burr 2.0 ствола ЛКА, проксимального и среднего сегментов ПМЖВ тремя пассажами (рис. 12). Скорость вращения катетера 156 000 об/мин. Общее время проведения атерэктомии 40 с. При контрольной ангиографии просвет ПМЖВ в среднем сегменте восстановлен с остаточным стенозом до 30% (рис. 13). Ангиографических признаков диссекции и гемодинамически значимого нарушения кровотока в среднем сегменте ПМЖВ не выявлено. Затем выполнено ВСУЗИ. При внутрисосудистой визуализации отмечается увеличение площади просвета в среднем сегменте

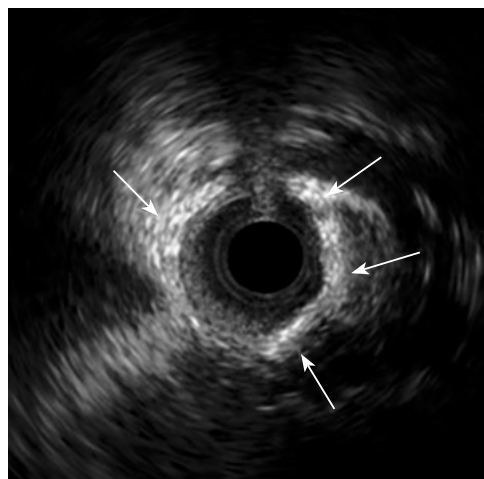


Рис. 11. Внутрисосудистое УЗИ среднего сегмента ПМЖВ перед ротационной атерэктомией. Стрелками указана арка кальция $>180^\circ$

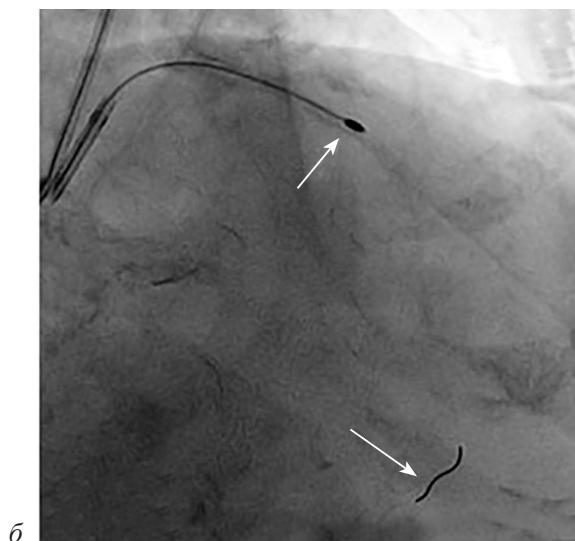


Рис. 12. Ротационная атерэктомия ПМЖВ. Каудальная проекция, стрелками указаны бур 2,0 мм, позиция проводника 0,009" (а, б)

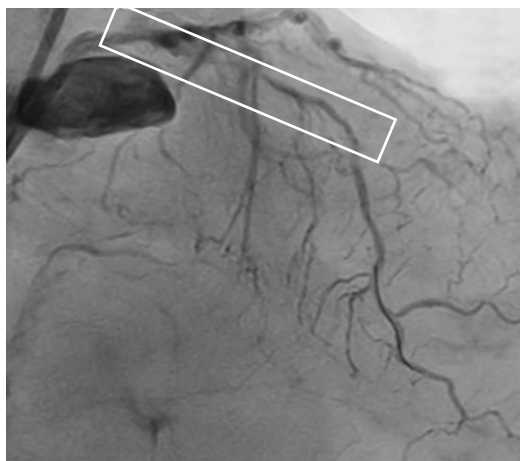


Рис. 13. Контрольная ангиография. Прямоугольником выделена зона ротационной атерэктомии ствола ЛКА, ПМЖВ

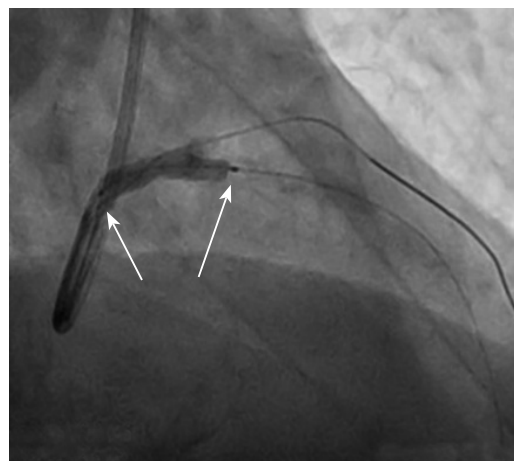


Рис. 14. Процесс имплантации стента 3,0–18 мм в ствол ЛКА, ПМЖВ. Стрелками указаны границы стента

ПМЖВ до $3,1 \text{ мм}^2$, что соответствует критериям оптимального результата РА. Признаков кровотоков-лимитирующих диссекций, а также признаков надорванных, слоистых атеросклеротических масс не выявлено. Кровоток ПМЖВ ТІМІ 3. От имплантации стента решено воздержаться.

Далее в ствол ЛКА, с переходом в ПМЖВ позиционирован и имплантирован стент Resolute Integrity 3,0–18 мм под давлением 18 атм., экспозиция 20 с (рис. 14). Выполнены «рекроссинг» проводника из промежуточной ветви и оптимизация проксимального стентированного сегмента ствола ЛКА баллонным катетером Sapphire II NC 3,5–12 мм. Давление

до 22 атм. При контрольной ангиографии стент полностью расправлен, кровоток по артерии ТІМІ 3, дистальной эмболии, диссекций нет (рис. 15). Выполнено контрольное ВСУЗИ ствола ЛКА, ПМЖВ, при котором визуализируется оптимальное прилегание страт стента ствола ЛКА, проксимального сегмента ПМЖВ, без признаков мальпозиции (рис. 16).

В завершении выполнена контрольная ангиография левой ОБА, ПБА, ГБА (рис. 17). *Результат ангиографии:* просвет ОБА, ПБА, ГБА в сегментах, где ранее выполнялись катетерная артерэктомия и баллонная ангиопластика с лекарством, сохранен, без признаков рестенозирования.

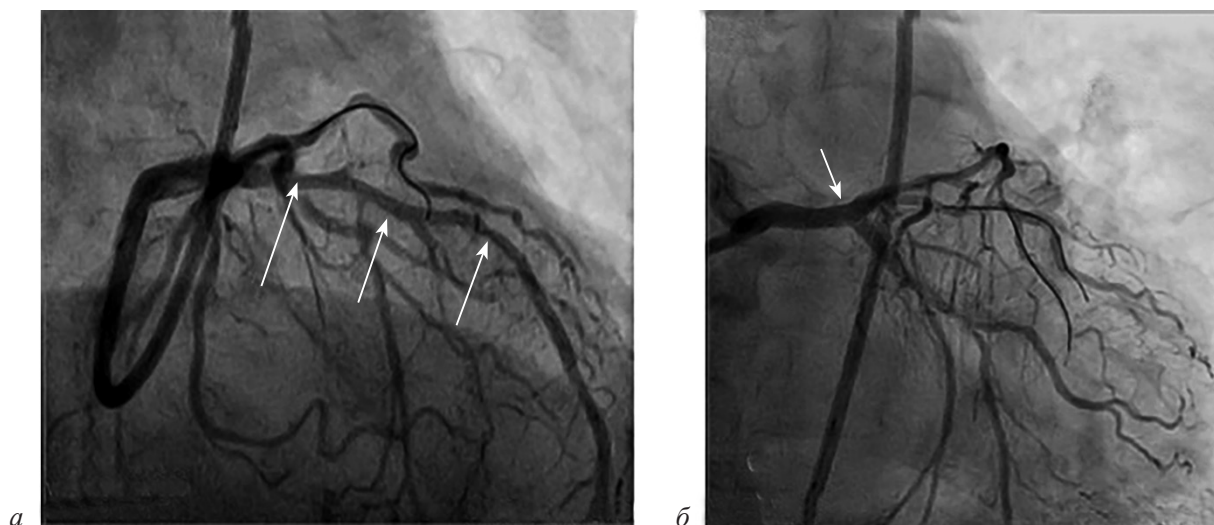


Рис. 15. Финальная ангиография ЛКА:

а – стрелками указана зона выполнения атерэктомии ПМЖВ без ангиографически значимого стеноза и лимитирующих диссекций; *б* – стрелкой указан стентированный сегмент ствола ЛКА, ПМЖВ без остаточного стеноза

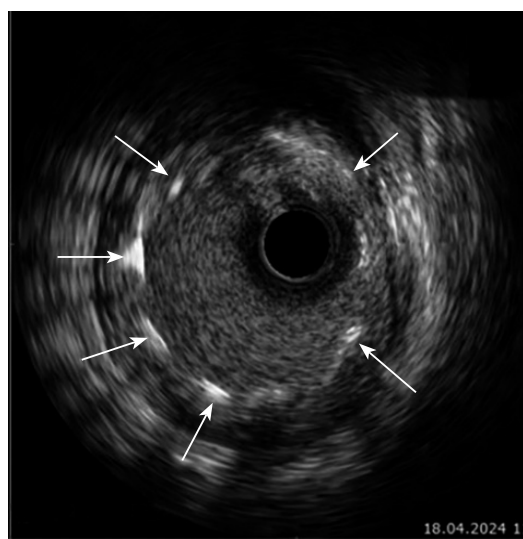


Рис. 16. Контрольное ВСУЗИ. Стрелками указаны страты стента ствола ЛКА

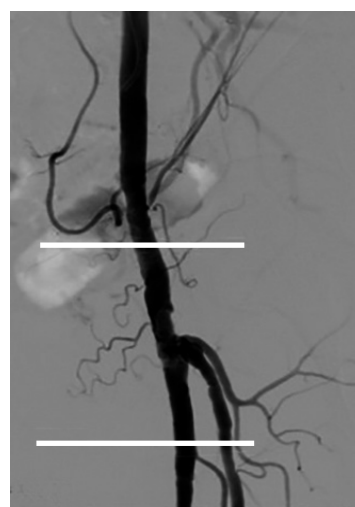


Рис. 17. Контрольная ангиография ОБА через 12 мес. Белыми линиями выделена зона катетерной атерэктомии

Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана из стационара в удовлетворительном состоянии.

После операции пациентка продолжала принимать двойную антитромбоцитарную терапию. Отмечает улучшение клинической картины, отсутствие одышки при физической нагрузке и боли в области сердца, сохранение дистанции безболевой ходьбы до 500 м.

Через 12 мес после выполнения катетерной атерэктомии из ОБА и баллонной ангиопластики с лекарством, а также через 6 мес после ротационной атерэктомии ПМЖВ и стентирования ствола ЛКА ухудшения в состоянии не отмечалось. Признаков прогрессирования стенокардии и проявлений сердечной недостаточности не выявлено. Ишемия нижних конечностей на уровне II А стадии по классификации Покровского–Фонтейна.

Обсуждение

Ввиду высокой распространенности [51] кальцинированные поражения коронарных и периферических артерий по-прежнему остаются серьезной проблемой для эндоваскулярного лечения. Диагностика и оценка кальцификации сосудов имеет ключевое значение в определении тактики и стратегии лечения, как до, так и после выполнения эндоваскулярного вмешательства. ВСУЗИ в качестве дополнения к МСКТ и ангиографии дает ключевые клинические преимущества. Этот эффективный метод визуализации обеспечивает клиницистов дополнительной информацией о состоянии артериального русла, анатомии стенки сосуда, морфологии поражения, включая более точное определение размеров сосуда, что ассоциируется с более низкими смертностью, основными неблагоприятными сердечными событиями [52]. Применение ВСУЗИ в большинстве случаев ЧКВ дает оценку КС, помогая в стратегическом планировании эндоваскулярного лечения.

Ротационная атерэктомия – положительно зарекомендовавший себя метод лечения кальцинированных поражений коронарных артерий. Частота применения РА в европейских странах варьируется от 0,8 до 3,1%. Цель метода заключается в модификации фиброзно-атеросклеротических поражений для обеспечения возможности последующей эффективной предилатации и оптимальной имплантации стента с лекарственным покрытием

[15]. В настоящее время информации об использовании РА как самостоятельного метода лечения коронарного кальциноза немного, в том числе из-за отсутствия возможности применения буров большого диаметра. Исследования показывают хорошие отдаленные результаты лечения кальциноза с сочетанным использованием РА и баллонной ангиопластики лекарственными баллонами.

Баллонные катетеры с лекарственным покрытием считаются эффективным методом лечения рестенозов в стентах коронарных артерий, с высоким уровнем доказательности.

Применение лекарственных баллонов показало преимущества у пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента нижних конечностей как самостоятельного метода лечения [53]. Зона ОБА остается предметом дискуссий сосудистых и эндоваскулярных хирургов.

Субстрат-убирающие технологии являются признанным методом в борьбе с кальцификацией. За три десятилетия клинического опыта и исследований методы отработаны и улучшены результаты. Клиническое влияние поверхностного удаления кальция при заболеваниях периферических артерий на эффективность баллонов с лекарственным покрытием или стентов с лекарственным покрытием требует дальнейшего изучения [54].

Заключение

Представленный клинический случай показывает успешное, эффективное лечение кальцинированного поражения коронарных артерий и общей бедренной артерии при помощи субстрат-убирающих устройств, а также технологии баллонного катетера с лекарственным покрытием и дистальной защиты от эмболии, под контролем внутрисосудистой визуализации. Приведены непосредственные и отдаленные результаты сочетанного применения технологий в лечении ОБА и ротационной атерэктомии как метода самостоятельного лечения кальциноза коронарных артерий.

Литература/References

1. Lloyd-Jones D., Adams R.J., Brown T.M., Carnethon M., Dai S., De Simone G. et al. Heart disease and stroke statistics – 2010 update. A report from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 121: 948–954.
2. Шукуров Ф.Б., Руденко Б.А., Фещенко Д.А., Васильев Д.К., Талиуридзе М.Т. Стратегия эндоваскулярного

- лечения пациента с сочетанным атеросклеротическим поражением коронарных и каротидных артерий. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022; 21 (12): 3442. DOI: 10.15829/1728-8800-2022-3442
- Shukurov F.B., Rudenko B.A., Feshchenko D.A., Vasiliev D.K., Taliuridze M.T. Strategy for endovascular treatment of a patient with combined coronary and carotid artery atherosclerosis: a case report. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022; 21 (12): 3442 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2022-3442
3. Hirsch A.T., Haskal Z.J., Hertzner N.R., Bakal C.W., Creager M.A., Halperin J.L. et al. ACC/AHA 2005 practice guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery / Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients with Peripheral Arterial Disease). *Circulation*. 2006; 113: e463–654.
 4. Bangalore S., Vlachos H.A., Selzer F., Wilensky R.L., Kip K.E., Williams D.O., Faxon D.P. Percutaneous coronary intervention of moderate to severe calcified coronary lesions: insights from the National Heart, Lung, and Blood Institute Dynamic Registry. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2011; 77 (1): 22–28. DOI: 10.1002/ccd.22613
 5. Пашаев Р.А., Ширяев А.А., Миронов В.М., Курбанов С.К., Власова Э.Е., Ганаев К.Г. и др. Реваскуляризация миокарда у пациентов с кальцинозом коронарных артерий: систематический обзор и метаанализ. *Российский кардиологический журнал*. 2024; 29 (11S): 5694. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-5694
 - Pashaev R.A., Shiryayev A.A., Mironov V.M., Kurbanov S.K., Vlasova E.E., Ganaev K.G. et al. Myocardial revascularization in patients with coronary artery calcification: a systematic review and meta-analysis. *Russian Journal of Cardiology*. 2024; 29 (11S): 5694 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2024-5694
 6. Shao J.S., Cai J., Towler D.A. Molecular mechanisms of vascular calcification: lessons learned from the aorta. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 2006; 26 (7): 1423–1430. DOI: 10.1161/01.ATV.0000220441.42041.20
 7. Chowdhury M.M., Makris G.C., Tarkin J.M., Joshi F.R., Hayes P.D., Rudd J.H.F. et al. Lower limb arterial calcification (LLAC) scores in patients with symptomatic peripheral arterial disease are associated with increased cardiac mortality and morbidity. *PLoS One*. 2017; 12 (9): e0182952. DOI: 10.1371/journal.pone.0182952
 8. Kang I.S., Lee W., Choi B.W., Choi D., Hong M.K., Jang Y. et al. Semiquantitative assessment of tibial artery calcification by computed tomography angiography and its ability to predict infrapopliteal angioplasty outcomes. *J. Vasc. Surg.* 2016; 64 (5): 1335–1343. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.04.047
 9. Agatston A.S., Janowitz W.R., Hildner F.J., Zusmer N.R., Viamonte Jr.M., Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990; 15 (4): 827–832. DOI: 10.1016/0735-1097(90)90282-t
 10. Hecht H.S., Cronin P., Blaha M.J. 2016 SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontract noncardiac chest CT scans: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society of Thoracic Radiology. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2017; 11 (1): 74–84.
 11. Журавлев К.Н., Васильева Е.Ю., Синицын В.Е., Шпектор А.В. Кальциевый индекс как скрининговый метод диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. *Российский кардиологический журнал*. 2019; 24 (12): 153–161. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-12-153-161
 - Zhuravlev K.N., Vasilieva E.Yu., Sinitsyn V.E., Shpector A.V. Calcium score as a screening method for cardiovascular disease diagnosis. *Russian Journal of Cardiology*. 2019; 24 (12): 153–161 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-12-153-161
 12. Alfonso F., Macaya C., Goicolea J., Iniguez A., Hernandez R., Zamorano J. et al. Intravascular ultrasound imaging of angiographically normal coronary segments in patients with coronary artery disease. *Am. Heart J.* 1994; 127: 536–544.
 13. Mintz G.S., Kent K.M., Pichard A.D., Satler L.F., Popma J.J., Leon M.B. Contribution of inadequate arterial remodeling to the development of focal coronary artery stenoses. An intravascular ultrasound study. *Circulation*. 1997; 95: 1791–1798.
 14. Gao X.-F., Ge Z., Kong X.-Q., Kan J., Han L., Lu S. et al. 3-year outcomes of the ULTIMATE trial comparing intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: 247–257. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.10.001
 15. Стаферов А.В., Алесян Б.Г. Ротационная атерэктомия коронарных артерий. В кн.: Алесян Б.Г. (ред.). Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. В 7 т. Т. 5. Ишемическая болезнь сердца. Кардионкология. М.: Литтерра; 2024: 361–404.
 - Staferov A.V., Alekhan B.G. Rotational coronary atherectomy of coronary arteries. In: Alekhan B.G. (Ed.). Endovascular surgery. Vol. 5. Coronary heart disease. Cardioncology. Moscow; 2024: 361–404 (in Russ.).
 16. Alfonso F. Videodensitometric versus edge-detection quantitative angiography. Insights from intravascular ultrasound imaging. *Eur. Heart J.* 2000; 21: 604–607.
 17. Räber L., Mintz G.S., Koskinas K.C., Johnson T.W., Holm N.R., Onuma Y. et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *EuroIntervention*. 2018; 14: 656–677.
 18. Truesdell A.G., Alasnag M.A., Kaul P., Rab S.T., Riley R.F., Young M.N. et al. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 81: 590–605. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.11.045
 19. Wiemer M., Butz T., Schmidt W., Schmitz K.P., Horstkotte D., Langer C. Scanning electron microscopic analysis of different drug eluting stents after failed implantation: from nearly undamaged to major damaged polymers. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010; 75: 905–911.
 20. Tzafriri A.R., Garcia-Polite F., Zani B., Stanley J., Murray B., Knutson J. et al. Calcified plaque modification alters local drug delivery in the treatment of peripheral atherosclerosis. *J. Control. Release*. 2017; 264: 203–210.
 21. Kini A.S., Vengrenyuk Y., Pena J., Motoyama S., Feig J.E., Meelu O.A. et al. Optical coherence tomography assessment of the mechanistic effects of rotational and orbital atherectomy in severely calcified coronary lesions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2015; 86: 1024–1032.
 22. Zhang M., Matsumura M., Usui E., Noguchi M., Fujimura T., Fall K.N. et al. Intravascular ultrasound-derived

- calcium score to predict stent expansion in severely calcified lesions. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: e010296. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.010296
23. Raja Y., Routledge H.C., Doshi S.N. A noncompliant, high pressure balloon to manage undilatable coronary lesions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010; 75: 1067–1073.
 24. Secco G.G., Buettner A., Parisi R., Pistis G., Vercellino M., Audo A. et al. Clinical experience with very high-pressure dilatation for resistant coronary lesions. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2019; 20 (12): 1083–1087. DOI: 10.1016/j.carrev.2019.02.026
 25. Петросян К.В., Абросимов А.В., Караев А.В., Гурдзибеев А.Б. Ротационная атерэктомия коронарных артерий: современные тенденции. *Креативная кардиология.* 2022; 16 (3): 313–325. DOI: 10.24022/1997-3187-2022-16-3-313-325
Petrosyan K.V., Abrosimov A.V., Karaev A.V., Gurdzibeev A.B. Rotational coronary atherectomy of coronary arteries – modern trends. *Creative Cardiology.* 2022; 16 (3): 313–325 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2022-16-3-313-325
 26. Tomey M.I., Kini A.S., Sharma S.K. Current status of rotational atherectomy. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7: 345–353. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.12.196
 27. Benezet J., Díaz De La Llera L.S., Cubero J.M., Villa M., Fernández-Quero M., Sánchez-González Á. Drug-eluting stents following rotational atherectomy for heavily calcified coronary lesions: long-term clinical outcomes. *J. Invas. Cardiol.* 2011; 23: 28–32.
 28. Vaquerizo B., Serra A., Miranda F., Triano J.L., Sierra G., Delgado G. et al. Aggressive plaque modification with rotational atherectomy and/or cutting balloon before drug-eluting stent implantation for the treatment of calcified coronary lesions. *J. Interv. Cardiol.* 2010; 23: 240–248.
 29. Abdel-Wahab M., Toelg R., Byrne R.A., Geist V., El-Mawardi M., Allali A. et al. High-speed rotational atherectomy versus modified balloons prior to drug-eluting stent implantation in severely calcified coronary lesions. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (10): e007415. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007415
 30. Shiraishi J., Kataoka E., Ozawa T., Shiraga A., Ikemura N., Matsubara Y. et al. Angiographic and clinical outcomes after stent-less coronary intervention using rotational atherectomy and drug-coated balloon in patients with de novo lesions. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2020; 21: 647–653.
 31. Ueno K., Morita N., Kojima Y., Takahashi H., Kawasaki M., Ito R. et al. Safety and long-term efficacy of drug-coated balloon angioplasty following rotational atherectomy for severely calcified coronary lesions compared with new generation drug eluting stents. *J. Interv. Cardiol.* 2019; 2019: 9094178.
 32. Зебелян А.А., Кавтеладзе З.А., Ермолаев П.М., Даниленко С.Ю., Асатрян К.В. Ротационная атерэктомия как самостоятельный метод лечения у пациента с выраженным кальцинозом коронарных артерий. *Эндоваскулярная хирургия.* 2022; 9 (4): 409–415. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-4-409-415
Zebelyan A.A., Kavteladze Z.A., Ermolaev P.M., Danilenko S.Yu., Asatryan K.V. Rotational atherectomy as an independent method of treatment in a patient with severe calcification of the coronary arteries. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (4): 409–415 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-4-409-415
 33. Shlofmitz E., Jeremias A., Shlofmitz R., Ali Z.A. Lesion preparation with orbital atherectomy. *Interv. Cardiol. (London, England).* 2019; 14: 169–173.
 34. Yamamoto M.H., Machara A., Karimi Galougahi K., Mintz G.S., Parviz Y., Kim S.S. et al. Mechanisms of orbital versus rotational atherectomy plaque modification in severely calcified lesions assessed by optical coherence tomography. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10: 2584–2586.
 35. La Manna A., D’Agosta G., Venuti G., Tamburino C. Cracking the plaque with coronary lithotripsy: mechanistic insights from optical coherence tomography. *J. Invasive Cardiol.* 2020; 32: E14.
 36. Ali Z.A., Nef H., Escaned J., Werner N., Banning A.P., Hill J.M. et al. Safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary stenoses: the disrupt CAD II study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2019; 12: e008434.
 37. Bradbury A.W., Adam D.J., Bell J., Forbes J.F., Fowkes F.G.R., Gillespie I. et al. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* 2005; 366: 1925–1934.
 38. Matsi P.J., Manninen H.I., Söder H.K., Mustonen P., Kouri J. Percutaneous transluminal angioplasty in femoral artery occlusions: primary and long-term results in 107 claudicant patients using femoral and popliteal catheterization techniques. *Clin. Radiol.* 1995; 50: 237–244.
 39. Fujihara M., Takahara M., Sasaki S., Nanto K., Utsunomiya M., Iida O. et al. Angiographic dissection patterns and patency outcomes after balloon angioplasty for superficial femoral artery disease. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24: 367–375.
 40. Zdanowski Z., Albrechtsson U., Lundin A., Jonung T., Ribbe E., Thörne J. et al. Percutaneous transluminal angioplasty with or without stenting for femoropopliteal occlusions. A randomized controlled study. *Int. Angiol.* 1999; 18: 251–255.
 41. Laird J.R., Katzen B.T., Scheinert D., Lammer J., Carpenter J., Buchbinder M. et al. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 267–276.
 42. Huizing E., Kum S., Adams G., Ferraresi R., de Vries J.P., Ünlü C. High-pressure, noncompliant balloon angioplasty for long and calcified infrapopliteal and inframalleolar lesions is feasible. *Int. Angiol.* 2020. DOI: 10.23736/S0392-9590.20.04375-8
 43. Даниленко С.Ю., Кавтеладзе З.А., Ермолаев П.М. Эндоваскулярная хирургия острой и подострой артериальной непроходимости нижних конечностей. В кн.: Алексян 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: 245–262.
Danilenko S.Yu., Kavteladze Z.A., Ermolaev P.M. Endovascular surgery of acute and subacute arterial obstruction of the lower extremities. In: Alekryan B.G. (Ed.). Endovascular surgery. Vol. 6. Aortic and peripheral arterial diseases. Venous pathology. Congenital heart disease. Moscow; 2024: 245–262 (in Russ.).
 44. Shammam N.W., Purushottam B., Shammam W.J., Christensen L., Shammam G., Weakley D. et al.; for the JET-RANGER Investigators. Jetstream atherectomy followed by paclitaxel-coated balloons versus balloon angioplasty followed by paclitaxel-coated balloons: twelve-month exploratory results of the prospective randomized JET-RANGER study. *Vasc. Health Risk Manag.* 2022; 18: 603–615. DOI: 10.2147/VHRM.S371177

45. Gandini R., Del Giudice C., Merolla S., Morosetti D., Pampana E., Simonetti G. Treatment of chronic SFA in-stent occlusion with combined laser atherectomy and drug-eluting balloon angioplasty in patients with critical limb ischemia: a single-center, prospective, randomized study. *J. Endovasc. Ther.* 2013; 20 (6): 805–814. DOI: 10.1583/13-4308MR.1
46. Zeller T., Langhoff R., Rocha-Singh K.J., Jaff M.R., Blessing E., Amann-Vesti B., Tepe G. DEFINITIVE AR investigators. Directional atherectomy followed by a paclitaxel-coated balloon to inhibit restenosis and maintain vessel patency: twelve-month results of the DEFINITIVE AR Study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (9): e004848. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004848
47. Scheer F., Lüdtkke C.W., Kamusella P., Wiggermann P., Viweg H., Schlörcke E., Wissgott C. Combination of rotational atherothrombectomy and Paclitaxel-coated angioplasty for femoropopliteal occlusion. *Clin. Med. Insights Cardiol.* 2015; 8 (Suppl. 2): 43–48. DOI: 10.4137/CMC.S15231
48. Nishibe T., Maruno K., Iwahori A., Fujiyoshi T., Suzuki S., Takahashi S. et al. The role of common femoral artery endarterectomy in the endovascular Era. *Ann. Vasc. Surg.* 2015; 29: 1501–1507.
49. Hassan A.H., Ako J., Waseda K., Honda Y., Zeller T., Leon M.B., Fitzgerald P.J. Mechanism of lumen gain with a novel rotational aspiration atherectomy system for peripheral arterial disease: examination by intravascular ultrasound. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2010; 11 (3): 155–158. DOI: 10.1016/j.carrev.2009.05.001
50. Linni K., Ugurluoglu A., Hitzl W., Aspalter M., Hölzenbein T. Bioabsorbable stent implantation vs. common femoral artery endarterectomy: early results of a randomized trial. *J. Endovasc. Ther.* 2014; 21 (4): 493–502. DOI: 10.1583/14-4699R.1
51. Lee M.S., Yang T., Lasala J., Cox D. Impact of coronary artery calcification in percutaneous coronary intervention with paclitaxel-eluting stents: two-year clinical outcomes of paclitaxel-eluting stents in patients from the ARRIVE program. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2016; 88: 891–897. DOI: 10.1002/ccd.26395
52. Mintz G.S., Bourantas C.V., Chamié D. Intravascular imaging for percutaneous coronary intervention guidance and optimization: the evidence for improved patient outcomes. *JSCAI.* 2022; 1 (6): 100413. DOI: 10.1016/j.jscai.2022.100413
53. Iida O., Nanto S., Uematsu M., Ikeoka K., Okamoto S., Dohi T. et al. Importance of the angiosome concept for endovascular therapy in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010; 75 (6): 830–836. DOI: 10.1002/ccd.22319
54. Siablis D., Kitrou P.M., Spiliopoulos S., Katsanos K., Karnabatidis D. Paclitaxel-coated balloon angioplasty versus drug-eluting stenting for the treatment of infra-popliteal long-segment arterial occlusive disease: the IDEAS randomized controlled trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7 (9): 1048–1056. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.04.015

Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-089.819.5

Госпитальные результаты лечения пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий с использованием инновационных технологий внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения

Б.Г. Алесян^{1,2}, Н.Н. Мелешенко¹, А.Я. Новак¹, Е.В. Токмаков¹, Н.Л. Иродова¹,
Л.Г. Гёлециян¹, Ю.Б. Кныш¹, Т.С. Куропий¹✉, А.Ш. Ревивили^{1,2}

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

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

Алесян Баграт Гегамович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке, руководитель отдела рентгенэндоваскулярной хирургии; 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

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

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

✉ **Куропий Тимофей Сергеевич**, аспирант; orcid.org/0000-0001-6916-4845, e-mail: tima_krpy@mail.ru

Ревивили Амиран Шотаевич, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор, заведующий кафедрой ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии; orcid.org/0000-0003-1791-9163

Резюме

Цель исследования – оценка интраоперационных и госпитальных результатов чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при различных стратегиях лечения пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий (КА).

Материал и методы. В ретро-проспективное исследование были включены 120 пациентов с трехсосудистым поражением коронарного русла, проходившие лечение в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава РФ (далее центр) в период с 2020 по 2023 г. Пациенты были распределены на три группы в зависимости от использования внутрисосудистой визуализации и инвазивной физиологии при ЧКВ. В группу 1 (n=40) вошли пациенты, которым ЧКВ проводились под контролем моментального резерва кровотока (МРК) (ретроспективный анализ). Группу 2 (n=40) составили пациенты, которым ЧКВ выполнялись под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) с 2022 по 2023 г. (проспективный анализ). В группу 3 (n=40) включены пациенты, которым ЧКВ проводились под контролем селективной коронарографии (ретроспективный анализ). Далее оценивались интраоперационные и госпитальные результаты лечения пациентов.

Результаты. Среднее количество стентированных сосудов и среднее количество имплантированных стентов было меньше в группе ЧКВ под контролем МРК: $1,7 \pm 0,6$ ($p < 0,001$) и $2,0 \pm 0,8$ ($p < 0,001$) соответственно. В группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ была выявлена достоверно большая длина каждого имплантированного стента ($35,8 \pm 17,7$ мм, $p = 0,009$) и длина всех имплантированных стентов ($78,9 \pm 30,7$ мм, $p = 0,014$) по сравнению с другими группами исследования. Использование ВСУЗИ во время ЧКВ приводило к увеличению продолжительности операции ($98,2 \pm 26,2$ мин, $p < 0,001$), росту лучевой нагрузки ($3118,9 \pm 1364,3$ mGy, $p < 0,001$) на пациента и хирургическую бригаду и увеличению объема использованного контрастного вещества ($397,5 \pm 112,9$ мл, $p = 0,008$). По частоте процедурных и госпитальных осложнений исследуемые группы не различались.

Заключение. Использование методов внутрисосудистой визуализации и инвазивной физиологии венозного кровообращения, так же как и селективной коронарографии, безопасно и эффективно при проведении ЧКВ у пациентов с трехсосудистым поражением КА. Не было выявлено каких-либо больших сердечно-сосуди-

стных осложнений при проведении ЧКВ у 120 пациентов. Частота интраоперационных осложнений (окклюзирующая диссекция, тромбоз стента, перфорация дистальных отделов сосуда, эмболия, жизнеугрожающие нарушения ритма сердца) достоверно не различалась между группами исследования. Использование МРК при ЧКВ приводит к достоверному уменьшению количества имплантированных стентов по сравнению с группами ВСУЗИ и селективной коронарографии ($p < 0,001$). Также использование ВСУЗИ-контроля при ЧКВ позволило обнаружить показания к дополнительной оптимизации имплантированных стентов в 85 (70,8%) из 120 венечных сосудов. Однако требуется изучение отдаленных результатов ЧКВ для полноценной сравнительной оценки эффективности использования внутрисосудистой визуализации и инвазивной физиологии у пациентов с трехсосудистым поражением КА по сравнению с селективной коронарографией.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, трехсосудистое поражение коронарных артерий, чрескожное коронарное вмешательство, фракционный резерв кровотока, моментальный резерв кровотока, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, стратегия реваскуляризации миокарда

Для цитирования: Алекян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Новак А.Я., Токмаков Е.В., Иродова Н.Л., Гёлецян Л.Г., Кныш Ю.Б., Куропий Т.С., Ревивили А.Ш. Госпитальные результаты лечения пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий с использованием инновационных технологий внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 93–103. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-93-103

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.02.2025
Принята к печати 17.03.2025

Treatment of patients with three-vessel coronary artery disease with innovative technologies intravascular imaging and invasive physiology: in-hospital results

B.G. Alekyan^{1,2}, N.N. Meleshenko¹, A.Ya. Novak¹, E.V. Tokmakov¹, N.L. Irodova¹, L.G. Geletsyan¹, Yu.B. Knysh¹, T.S. Kuropiy¹✉, A.Sh. Revishvili^{1,2}

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

² Russian 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 Endovascular Surgery Department; 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
✉ **Timofey S. Kuropiy**, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-6916-4845, e-mail: tima_krpy@mail.ru
Amiran Sh. Revishvili, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Director, Chief of Chair of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology; orcid.org/0000-0003-1791-9163

Abstract

Objective. To assess procedural and in-hospital results of different percutaneous coronary intervention (PCI) strategies in patients with three-vessel coronary artery disease (CAD).

Material and methods. In retro-prospective study were included 120 patients with three-vessel CAD. Patients were treated at the A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery from 2020 to 2023. All included patients were divided into three groups according to use intravascular imaging, invasive physiology or regular coronary angiography control during PCI. Group 1 ($n=40$) include patients with instantaneous wave-free ratio (iFR) control during PCI (retrospective analysis). Group 2 ($n=40$) include patients with intravascular ultrasound (IVUS) control during PCI treated from 2022 to 2023 (prospective analysis). Group 3 ($n=40$) include patients with regular coronary angiography control during PCI (retrospective analysis). We assess procedural and in-hospital results of all included patients.

Results. The mean number of stented vessels and mean number of implanted stents were lower in the iFR group: $1,7 \pm 0,6$ ($p < 0,001$) and $2,0 \pm 0,8$ ($p < 0,001$) respectfully. The mean length of each implanted stent ($35,8 \pm 17,7$ mm, $p=0,009$) and mean length of all implanted stents ($78,9 \pm 30,7$ mm, $p=0,014$) were statistically higher in the IVUS group compared with other study groups. IVUS control during PCI was associated with longer procedural time ($98,2 \pm 26,2$ min, $p < 0,001$) and higher radiation exposure ($3118,9 \pm 1364,3$ mGy, $p < 0,001$) as well as higher volume of contrast media ($397,5 \pm 112,9$ ml, $p=0,008$). There was no statistical difference in rates of procedural and in-hospital complications between all study groups.

Conclusion. Intravascular imaging, invasive physiology as well as selective coronary angiography are safe and efficient options in PCI of patients with three-vessel CAD. There were no in-hospital major adverse cardiovascular events in all 120 study patients. There was no statistical difference in the rates of procedural complication (occlusive dissection, stent thrombosis, distal vessels perforations, coronary embolism and life-threatening arrhythmias) between study groups. Control of iFR during PCI was associated with lower number of implanted stents compared with IVUS and coronary angiography control ($p < 0,001$). Use of IVUS control during PCI allowed us to detect indications for additional stent optimization in 85 (70,8%) of 120 vessels. However further evaluation of long-term results of IVUS control compared with iFR control during PCI in patients with three-vessel CAD is necessary for complete assessment of efficacy and safety of each strategy.

Keywords: coronary artery disease, three-vessel coronary artery disease, percutaneous coronary intervention, fractional flow reserve, instantaneous wave-free ratio, intravascular ultrasound, myocardial revascularization strategy

For citation: Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Tokmakov E.V., Irodova N.L., Geletsyan L.G., Knysh Yu.B., Kuropiy T.S., Revishvili A.Sh. Treatment of patients with three-vessel coronary artery disease with innovative technologies intravascular imaging and invasive physiology: in-hospital results. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 93–103 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-93-103

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

Received February 6, 2025

Accepted March 17, 2025

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является лидирующей причиной инвалидизации и смертности в мире [1]. В связи с непрерывным старением населения и накоплением большого количества коморбидных заболеваний врачу все чаще приходится сталкиваться с более сложными формами данного заболевания. Одной из таких форм является многососудистое поражение коронарных артерий (КА), которое встречается у 30–40% всех больных ИБС [2]. Несмотря на большое количество научных исследований, посвященных выбору оптимальной стратегии реваскуляризации миокарда у пациентов с трехсосудистым поражением КА, эта тема не перестает быть предметом оживленных дискуссий.

Внедрение оценки физиологической значимости стеноза и внутрисосудистой визуализации КА позволило кардинально изменить стратегию лечения пациентов с ИБС, начиная от выбора метода реваскуляризации миокарда до оптимизации результатов чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) [3].

Такие методики физиологической оценки значимости стеноза, как фракционный резерв кровотока (ФРК), моментальный резерв кровотока (МРК) и некоторые другие, позволяют выявить гемодинамически незначимые стенозы и, как следствие, отказаться от имплантации стентов в данные поражения. Внутрисосудистая визуализация позволяет точно выбрать диаметр и длину стента, зоны его имплантации, а также снизить частоту мальаппозиции и неполного раскрытия стента, снижая

количество госпитальных и отдаленных осложнений. Однако в реальной клинической практике хирургу зачастую приходится ограничиваться использованием только одного из этих методов при выполнении ЧКВ. В связи с этим нам представляется, что необходимо проведение сравнительных исследований результатов ЧКВ под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ), ЧКВ под контролем инвазивной физиологии коронарного кровообращения и ЧКВ под контролем селективной коронарографии.

Материал и методы

В одноцентровое ретро-проспективное исследование были включены данные 120 пациентов, проходивших лечение в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России в период с 2019 по 2024 г. Все пациенты имели трехсосудистое поражение коронарного русла без предшествующей прямой реваскуляризации миокарда: коронарного шунтирования (КШ) или ЧКВ. Пациенты обсуждались на консилиуме «сердечной команды», где принималось решение о выборе стратегии прямой реваскуляризации миокарда с использованием внутрисосудистой визуализации, инвазивной физиологии и селективной коронарографии (КГ). Пациенты были распределены на три группы в зависимости от использования этих технологий. В группу 1 ($n = 40$) вошли пациенты, которым ЧКВ проводились под контролем МРК (ретроспективный анализ). Группу 2 ($n = 40$) составили пациенты, которым ЧКВ выполнялись под контролем ВСУЗИ с 2022 по 2024 г. (проспек-

тивный анализ). В группу 3 (n=40) включены пациенты, которым ЧКВ проводились под контролем КГ (ретроспективный анализ). Далее выполнялась сравнительная оценка интраоперационных и госпитальных результатов.

Всем пациентам группы 1 после выявления на КГ трехсосудистого поражения КА проводили верификацию гемодинамической значимости каждого сужения КА от 70 до 89% при помощи методики определения мРК. При степени сужения КА по данным коронарографии $\geq 90\%$ верификация гемодинамической значимости не проводилась и выполнялось стентирование артерии. При значении мРК $\geq 0,90$ сужение коронарной артерии расценивалось как функционально незначимое, а при мРК $\leq 0,89$ – как функционально значимое, требующее выполнения ЧКВ.

Всем пациентам группы 2 ВСУЗИ выполнялось после стентирования артерий с целью оптимизации имплантации стента. До имплантации стента ВСУЗИ осуществлялось в случае наличия у пациента протяженных стенозов (> 20 мм) или выраженного коронарного кальциноза – для выбора размера стента и зон его посадки. Если имплантированный стент соответствовал модифицированным критериям MUSIC (полная аппозиция имплантированного стента к стенке сосуда на всем его протяжении, симметричное раскрытие стента,

минимальная площадь стента (МПС) $\geq 90\%$ средней референсной площади просвета или $\geq 100\%$ площади просвета дистального референсного сегмента сосуда), он считался имплантированным оптимально. При несоответствии этим критериям хирург выполнял оптимизацию стента с использованием баллонной ангиопластики стентированного сегмента или имплантацию дополнительного стента [4].

В группе 3 ЧКВ выполнялись только под контролем селективной коронарографии. Стенты были имплантированы во все пораженные сегменты КА со стенозом более 70%. Степень сужения и протяженность поражения определялись по данным коронарографии. Оптимизация стентов выполнялась по решению оперирующего хирурга при выявлении ангиографических признаков мальаппозиции стента или его недораскрытия.

Клинико-демографические характеристики пациентов

Средний возраст пациентов составил $69,5 \pm 7,5$ года в группе 1, $68,2 \pm 8,4$ года – в группе 2 и $71,2 \pm 8,9$ года – в группе 3. Большинство пациентов были мужского пола – 31 (77,5%), 37 (92,5%) и 33 (82,5%) соответственно. Частота ранее перенесенного инфаркта миокарда (ИМ) и ишемического инсульта статистически не различалась между группами –

Таблица 1

Клинико-демографическая характеристика пациентов

Параметр	ЧКВ под контролем мРК (n=40)		ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40)		ЧКВ под контролем ангиографии (n=40)		p
	n	%	n	%	n	%	
Мужской пол	31	77,5	37	92,5	33	82,5	0,234
Сахарный диабет	13	32,5	6	15,0	11	27,5	0,166
Инфаркт миокарда в анамнезе	10	25,0	8	20,0	16	40,0	0,189
Ишемический инсульт в анамнезе	11	27,5	7	17,5	5	12,5	0,245
Гиперлипидемия	39	97,5	38	95,0	40	100	0,409
Заболевание периферических артерий	22	55,0	18	45,0	15	37,5	0,290
ХОБЛ	3	7,5	0	0	2	5,0	0,454
Курение в настоящее время	18	45,0	16	40,0	22	55,0	0,486
Стенокардия напряжения	26	65,0	32	80,0	27	67,5	0,479
Возраст, лет	$69,5 \pm 7,5$		$68,2 \pm 8,4$		$71,2 \pm 8,9$		0,384
ИМТ, кг/м ²	$27,3 \pm 4,0$		$27,5 \pm 4,4$		$28,7 \pm 3,1$		0,239
Креатинин, мкмоль/л	$90,8 \pm 25,6$		$94,3 \pm 15,6$		$91,8 \pm 23,8$		0,854
Фракция выброса ЛЖ, %	$60,8 \pm 8,4$		$60,3 \pm 5,3$		$58,1 \pm 11,1$		0,371

Примечание. ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ИМТ – индекс массы тела; ЛЖ – левый желудочек.

$p=0,189$ и $p=0,245$ соответственно. Все включенные в исследование пациенты имели нормальную фракцию выброса левого желудочка: $60,8 \pm 8,4$, $60,3 \pm 5,3$ и $58,1 \pm 11,1\%$ в группах мРК, ВСУЗИ и ангиографии соответственно ($p=0,371$). Основные клинические показатели пациентов статистически не различались между группами и представлены в таблице 1.

Ангиографические характеристики пациентов

По ангиографическим показателям отсутствовала статистически достоверная разница между группами исследования. Выраженный кальциноз коронарных артерий наблюдался у 34 (28,3%) пациентов, включенных в исследование. Поражения протяженностью более 20 мм были у 67 (55,8%), а бифуркационные поражения – у 39 (32,5%) пациентов. Обращает на себя внимание высокая частота встречаемости хронических окклюзий коронарных артерий, выявленная у 13 (32,5%) пациентов группы мРК, 22 (55%) – группы ВСУЗИ и 17 (42,5%) – группы ангиографии. Средний балл по шкале SYNTAX Score (SS) также не различался между группами и составил $21,1 \pm 6$, $23,8 \pm 7,6$ и $23,1 \pm 6,7$ соответственно ($p=0,246$). При этом минимальный балл по шкале SS был 12, максимальный – 40,5 (табл. 2).

Результаты

Физиологическая оценка значимости стеноза была проведена у всех 40 больных группы 1 в 102 (85,0%) из 120 сосудов. В 5 (4,2%) из 120 сосудов измерение мРК не выполнялось в связи с ангиографической значимостью поражения (стеноз $\geq 90\%$ по данным КГ), а в 13 (10,8%) мРК не измеряли в связи с наличием хронической окклюзии венечной артерии. Гемодинамическая значимость пораже-

ния была подтверждена в 66 (55%) коронарных артериях. Средний показатель мРК составил $0,81 \pm 0,21$ (табл. 3). Полная функциональная реваскуляризация миокарда в группе 1 была выполнена у 38 (95,0%) из 40 пациентов. У 33 (82,5%) пациентов она была достигнута в рамках одного оперативного вмешательства, а у 2 (5,0%) больных достичь полной функциональной реваскуляризации не удалось в связи с безуспешной попыткой реканализации хронических окклюзий.

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование было проведено у всех 40 пациентов группы 2 в 120 (100%) коронарных артериях. Использование ВСУЗИ после имплантации стента позволило обнаружить признаки диссекции в 12 (10%), признаки мальаппозиции – в 28 (23,3%), а критерии недораскрытия стента – в 82 (68,3%) из 120 стентированных сегментов КА. В целом показания к дополнительной оптимизации стентов имелись в 85 (70,8%) из 120 стентированных сегментов: дополнительная постдилатация с использованием некомплаентного баллона использована в 76 (63,3%) сосудах, имплантация дополнительного стента потребовалась в 9 (7,5%) артериях (табл. 4).

Одномоментное вмешательство на всех пораженных сосудах наиболее часто выполнялось в группе ЧКВ под контролем мРК. Полная функциональная реваскуляризация была проведена одномоментно у 33 (82,5%) из 40 пациентов ($p<0,001$). В 1-й группе стенты имплантировались только в гемодинамически значимые поражения, что подтверждалось данными инвазивной физиологии. Среднее количество стентированных сосудов и имплантированных стентов также было значимо меньше в группе мРК: $1,7 \pm 0,6$ ($p<0,001$) и $2,0 \pm 0,8$ ($p<0,001$) соответственно.

Таблица 2

Ангиографическая характеристика пациентов

Параметр	Общая группа (n = 120)		ЧКВ под контролем мРК (n=40)		ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40)		ЧКВ под контролем ангиографии (n=40)		P
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Выраженный кальциноз	34	28,3	8	20,0	12	30,0	14	35,0	0,320
Протяженные поражения (>20 мм)	67	55,8	20	50,0	20	50,0	27	67,5	0,223
Бифуркационные поражения	39	32,5	15	37,5	8	20,0	16	40,0	0,283
Хронические окклюзии	52	43,3	13	32,5	22	55,0	17	42,5	0,240
SYNTAX Score, баллов	$22,4 \pm 6,6$		$21,1 \pm 6$		$23,8 \pm 7,6$		$23,1 \pm 6,7$		0,246

В группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ определялась значимо большая средняя длина каждого имплантированного стента

Таблица 3

**Характеристика по показателю
моментального резерва кровотока**

Параметр	Значение	
	n	%
Количество сосудов с измерением мРК	102	85,0
Количество сосудов с мРК >0,89	54	45,0
Количество сосудов с мРК <0,89	66	55,0
Среднее значение мРК	0,81±0,21	

(35,8±17,7 мм, $p=0,009$) и, как следствие, средняя общая длина всех имплантированных стентов (78,9±30,7 мм, $p=0,014$). Использование ВСУЗИ во время ЧКВ приводило к значимому увеличению времени проведения операции (98,2±26,2 мин, $p<0,001$) и увеличению лучевой нагрузки (3118,9±1364,3 mGy, $p<0,001$) на пациента и хирургическую бригаду по сравнению с другими группами исследования. Объем использованного контрастного вещества также был значимо больше в группе ВСУЗИ: 397,5±112,9 мл ($p=0,008$). Стоит отметить, что наименьшие длительность процедуры (69,0±22,6 мин, $p<0,001$),

Таблица 4

Данные, полученные по результатам ВСУЗИ

Параметр	Значение	
	n	%
Средняя протяженность поражений, мм	34,4±21,9	
Минимальная площадь просвета, мм ²	4,3±2,1	
Минимальная площадь стента, мм ²	6,1±2,1	
Отношение минимальной площади стента к проксимальной референсной площади сосуда	0,7±0,2	
Отношение минимальной площади стента к дистальной референсной площади сосуда	0,9±0,2	
Необходимость в оптимизации:	85	70,8
недораскрытие стента	82	68,3
признаки диссекции	12	10,0
признаки мальаппозиции	28	23,3
Дополнительный стент	9	7,5
Дополнительная постдилатация	76	63,3

Таблица 5

Интраоперационная характеристика пациентов

Параметр	Общая группа (n=120)		ЧКВ под контролем мРК (n=40)		ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40)		ЧКВ под контролем ангиографии (n=40)		P
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Одномоментное вмешательство на всех пораженных сосудах	69	57,5	33	82,5	22	55,0	14	35,0	<0,001
Выполнена полная реваскуляризация	113	94,2	38	95,0	39	97,5	36	90,0	0,425
Использование лучевого доступа	110	91,7	37	92,5	36	90,0	37	92,5	0,876
Среднее количество стентированных сосудов	2,3±0,4		1,7±0,6		2,9±0,2		2,7±0,4		<0,001
Среднее количество имплантированных стентов	2,7±0,9		2,0±0,8		3,6±1,2		2,6±0,9		<0,001
Средняя общая длина стентов, мм	63,6±31,2		58,3±26,9		78,9±30,7		61,2±32,6		0,014
Средняя длина одного стента, мм	30,9±14,2		29,9±10,6		35,8±17,7		29,5±14,1		0,009
Средняя длительность процедуры, мин	78,7±26,8		78,8±26,3		98,2±26,2		69,0±22,6		<0,001
Среднее количество контрастного вещества, мл	346±102,9		353,7±94,3		397,5±112,9		312,5±95,9		0,008
Средняя лучевая нагрузка, mGy	2009,2±1035,1		1732,6±677,7		3118,9±1364,3		1731,25±751,3		<0,001

объем использованного контрастного вещества ($312,5 \pm 95,9$ мл, $p=0,008$) и лучевая нагрузка ($1731,25 \pm 751,3$ mGy, $p<0,001$) отмечались в группе ЧКВ под контролем ангиографии (табл. 5).

Интраоперационные осложнения

Частота интраоперационных осложнений статистически не различалась между группами ($p=0,355$). В 1-й группе интраоперационные осложнения развились у 3 (7,5%) пациентов: в 2 (5%) случаях наблюдались диссекции коронарных артерий (тип F по классификации NHLBI), которая у одного пациента была связана с проведением проводника с датчиком для инвазивного измерения давления, а у другого – с проведением гидрофильного коронарного 0,014” проводника. После имплантации стента отмечалось восстановление целостности сосуда и нормализация кровотока. У одного (2,5%) пациента наблюдалась дистальная перфорация сосуда (Ellis 1-2) гидрофильным коронарным проводником, с последующим прекращением экстравазации после продолженной инфляции баллонного катетера в зоне перфорации.

В 3-й группе процедурные осложнения развились у 4 (10%) пациентов. В 1 (2,5%) случае наблюдалась диссекция КА после проведения коронарного 0,014” проводника (тип F по классификации NHLBI) с дистальным кровотоком TIMI 0. Был имплантирован стент с последующей нормализацией кровотока в сосуде. Перфорации дистальных отделов сосудов (Ellis 1-2) выявлены у 2 (5%) пациентов и устранены при помощи селективной эмболизации дистальных отделов сосудов цилиндрическими микроэмболами. У 1 (2,5%) пациента отмечена дистальная эмболия, вероятно связанная с протрузией атероматозных масс через ячейки имплантированного стента и последующей миграцией в дистальные отделы коронарной артерии. Зафиксировано восстановление дистального кровотока в сосуде после интракоронарного введения вазодилататоров.

В группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ интраоперационных осложнений не наблюдалось (табл. 6).

Госпитальные осложнения

Больших сердечно-сосудистых событий, а также случаев развития контраст-индуциро-

Таблица 6

Интраоперационные осложнения

Параметр	Общая группа (n=120)		ЧКВ под контролем мРК (n=40)		ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40)		ЧКВ под контролем ангиографии (n=40)		P
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Всего	7	5,8	3	7,5	0	0	4	10,0	0,355
Окклюзирующая диссекция	3	2,5	2	5,0	0	0	1	2,5	0,548
Тромбоз стента	0	0	0	0	0	0	0	0	–
Перфорация дистальных сегментов сосуда	3	2,5	1	2,5	0	0	2	5,0	0,548
Эмболия	1	0,8	0	0	0	0	1	2,5	0,469
Жизнеугрожающие нарушения ритма	0	0	0	0	0	0	0	0	–

Таблица 7

Госпитальные осложнения

Конечная точка	ЧКВ под контролем мРК (n=40)	ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40)	ЧКВ под контролем ангиографии (n=40)	P
Смерть от всех причин	0	0	0	–
Инфаркт миокарда	0	0	0	–
Повторная реваскуляризация	0	0	0	–
Инсульт	0	0	0	–
Контраст-индуцированная нефропатия	0	0	0	–

ванной нефропатии в госпитальном периоде у всех 120 пациентов трех групп не наблюдалось (табл. 7).

Обсуждение

Трехсосудистое поражение венечных артерий является распространенным анатомическим вариантом патологии КА и часто встречается как у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца, так и у пациентов с острым коронарным синдромом. По данным British Cardiac Intervention Society (BCIS), из 37 491 пациента с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST от 30 до 50% имели многососудистое поражение при первичной коронарографии [5]. Эта группа пациентов характеризуется высокой частотой летальности и осложнений. Согласно сведениям регистра CASS, у пациентов с интактными КА предполагаемая 12-летняя выживаемость составляет 91%, с однососудистым поражением – 74%, с двухсосудистым – 59%, тогда как у пациентов с трехсосудистым поражением – лишь 50% [6].

Ключевым вопросом в лечении пациентов с трехсосудистым поражением КА является достижение полной реваскуляризации миокарда – анатомической или функциональной. Под анатомической полной реваскуляризацией миокарда подразумевается успешное выполнение ЧКВ или КШ в бассейнах всех сосудов диаметром более 2 мм, со стенозированием более 50%. Функциональная полная реваскуляризация миокарда определяется как успешное проведение ЧКВ или КШ на всех гемодинамически значимых стенозах [7]. Полная функциональная или анатомическая реваскуляризация ассоциируется с более благоприятным отдаленным прогнозом у пациентов с трехсосудистым поражением КА по сравнению с неполной реваскуляризацией. В метаанализе M. Zimarino et al. авторы пришли к выводу, что достижение полной анатомической реваскуляризации миокарда приводило к снижению смертности у пациентов как после КШ (ОР 0,76; 95% ДИ 0,63–0,90), так и после ЧКВ (ОР 0,73; 95% ДИ 0,64–0,82) по сравнению с неполной реваскуляризацией [8]. В исследовании S. Bangalore et al. было установлено, что частота смерти от всех причин в течение года не различалась в группах ЧКВ и КШ (3,1% против 2,9%; ОР 1,04; 95% ДИ 0,93–1,17; $p=0,50$) [10]. Однако ЧКВ

ассоциировалось с большей частотой ИМ (1,9% против 1,1%; ОР 1,51; 95% ДИ 1,29–1,77; $p<0,001$) и повторной реваскуляризации миокарда (7,2% против 3,1%; ОР 2,35; 95% ДИ 2,14–2,58; $p<0,001$) именно у пациентов с неполной анатомической реваскуляризацией [9]. При этом достижение полной функциональной реваскуляризации миокарда является большим приоритетом, чем полной анатомической. В своем исследовании E. Gallinoro et al. определили, что полная функциональная, но неполная анатомическая реваскуляризация миокарда ассоциируется с меньшей частотой смерти (45,6% против 57,8%, $p=0,002$) и больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (59,7% против 67,5%, $p=0,02$) по сравнению с полной анатомической реваскуляризацией [10].

Методики оценки физиологической значимости стеноза активно применяются у пациентов с пограничными сужениями КА и приводят к изменению тактики лечения, позволяя уменьшить количество имплантированных стентов или вовсе отказаться от реваскуляризации миокарда. В своем исследовании E. Van Belle et al. проанализировали данные 484 пациентов, 73,3 и 26,7% из которых имели двухсосудистое и трехсосудистое поражения КА соответственно [11]. Пациентам выполнялась рутинная физиологическая оценка всех стенозов более 40% во время КГ. Изменение начальной тактики лечения после измерения ФРК и мРК наблюдалось у 66,7% пациентов в группе с трехсосудистым поражением ($p=0,002$) [10]. К схожим выводам пришли J.-M. Ahn et al., проанализировав данные 2612 пациентов, 60% из которых имели трехсосудистое поражение КА со стенозами 50–80% [12]. Рутинное использование ФРК позволило уменьшить частоту выбора КШ как метода лечения с 54 до 43% ($p<0,001$), а также улучшить отдаленные результаты ЧКВ и сделать их сопоставимыми с КШ в отношении частоты МАССЕ (ОШ 1,22; 95% ДИ 0,59–2,52; $p=0,59$) [12].

Возможности использования мРК при лечении пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла также изучали Б.Г. Алекаян и др. [13]. Были проанализированы данные 85 пациентов, 44% из которых имели двухсосудистое поражение КА, а 34% – трехсосудистое. Использование мРК привело к изменению стратегии лечения у 72% паци-

ентов. У 36% больных, которым планировалось выполнить реваскуляризацию миокарда, применение мРК привело к отказу от проведения как ЧКВ, так и КШ и назначению им оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ). У 18% пациентов, которым планировалось проведение КШ, после определения мРК коронарная реваскуляризация не выполнялась. Определение мРК при проведении ЧКВ позволило уменьшить количество имплантируемых стентов на 27,3% по сравнению со стратегией, основанной на данных только КГ. У 28 (97%) из 29 больных с ангиографическим трехсосудистым поражением КА не было выявлено функционально значимого поражения трех артерий [13]. В другом исследовании Б.Г. Алекаян и др. изучали отдаленные результаты лечения пациентов с многососудистым поражением КА под контролем мРК. Были оценены данные 116 пациентов с двухсосудистым (48,3%) и трехсосудистым (51,7%) поражением КА, степень стенозирования которых была в диапазоне от 40 до 89%. Измерение мРК проводилось во всех поражениях КА, после чего пациенты были разделены на две группы в зависимости от полученных значений мРК. В группу 1 вошли 86 (74,1%) пациентов, которым было выполнено ЧКВ всех гемодинамически значимых стенозов и выявлено хотя бы одно пограничное сужение (мРК $>0,89$), которое на момент исследования не требовало реваскуляризации. В группу 2 включены 30 (25,9%) пациентов без гемодинамически значимых сужений, которым была назначена ОМТ. Через 15–21 мес наблюдения между группами не отмечалось статистически достоверной разницы по частоте больших сердечно-сосудистых событий ($p=0,57$), смерти от всех причин ($p=0,401$) и ИМ ($p=0,1$). Однако частота повторной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде наблюдения была статистически выше в группе 1, чем в группе 2 (50,0% против 23,3%; $p=0,011$) [14].

В рандомизированном контролируемом исследовании (РКИ) FAME I при сравнении ЧКВ под контролем ФРК и ЧКВ под контролем ангиографии было выявлено значимое уменьшение среднего количества имплантированных стентов ($2,7 \pm 1,2$ против $1,9 \pm 1,3$, $p<0,001$) и общей длины имплантированных стентов ($51,9 \pm 24,6$ мм против $37,9 \pm 27,8$ мм, $p<0,001$) у одного пациента в группе использования инвазивной физиологии [15]. В нашем исследо-

вании использование мРК при ЧКВ привело к значимому уменьшению количества стентированных артерий ($1,7 \pm 0,6$; $p<0,001$) и сокращению количества имплантированных стентов ($2,0 \pm 0,8$; $p<0,001$) по сравнению с группами ВСУЗИ и ангиографии. Также в группе мРК полная функциональная реваскуляризация с большей частотой достигалась в рамках одного оперативного вмешательства по сравнению с группами ВСУЗИ и ангиографии (82,5% против 55% против 35% соответственно; $p<0,001$).

Методики внутрисосудистой визуализации являются полезным инструментом в руках эндоваскулярного хирурга, позволяющим оптимизировать сам процесс имплантации стентов и тем самым улучшить отдаленные результаты ЧКВ. Метод ВСУЗИ показал свои преимущества как при рутинных ЧКВ, так и у пациентов с комплексными поражениями КА, позволив, по некоторым данным, приблизить отдаленные результаты эндоваскулярного лечения к результатам КШ. Так, в исследование OPTIVUS вошли данные 1021 пациента с трехсосудистым поражением КА, которым выполнялась полная анатомическая реваскуляризация миокарда с использованием ВСУЗИ-контроля. Критерием адекватной имплантации стента являлось значение МПС, которое должно было либо превышать площадь дистального референсного сегмента (при длине стента более 28 мм), либо составлять более 80% от средней площади референсных сегментов (при длине стента менее 28 мм). Группами сравнения выступали пациенты с трехсосудистым поражением КА после ЧКВ под контролем ангиографии (1565 пациентов) и КШ (899 пациентов) из регистра CREDO-Kyoto. Общая длина имплантированных стентов в группе ЧКВ под ВСУЗИ-контролем равнялась $80,1 \pm 37,5$ мм, средняя длина одного стента – $34,4 \pm 8,5$ мм, МПС – $5,7 \pm 2,0$ мм, частота мальаппозиции – 36,4%. Частота больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий спустя 1 год наблюдения составляла 10,3% у пациентов после ЧКВ под ВСУЗИ-контролем. Это было статистически достоверно ниже частоты событий после ЧКВ под контролем ангиографии (27,5%; $p<0,001$) и численно ниже частоты событий после КШ (13,8%) [16]. В нашей работе использование ВСУЗИ-контроля при ЧКВ позволило выявить показания к дополнительной оптимизации

стентов в 70,8% случаев (85 из 120 артерий). Также использование ВСУЗИ при ЧКВ ассоциировалось с увеличением среднего количества имплантированных стентов ($3,6 \pm 1,2$; $p < 0,001$), общей длины стентов ($78,9 \pm 30,7$ мм; $p = 0,014$) и средней длины одного стента ($35,8 \pm 17,7$ мм; $p = 0,009$). Длительность операции ($98,2 \pm 26,2$ мин; $p < 0,001$) и объемом использованного контрастного вещества ($397,5 \pm 112,9$ мл; $p = 0,008$) также были достоверно больше в группе ВСУЗИ, что, вероятно, связано с выполнением оптимизации имплантированных стентов.

При анализе ряда исследований, в которых проводилось непосредственное сравнение ЧКВ под контролем МРК и ВСУЗИ, также были обнаружены схожие интраоперационные результаты. В РКИ FLAVOUR использование ВСУЗИ приводило к достоверному увеличению средней длины каждого имплантированного стента по сравнению с ЧКВ под ФРК-контролем: $25,2 \pm 28,1$ мм против $16,5 \pm 24,1$ мм (95% ДИ $-11,2 \dots -6,2$) [17]. В исследовании P. Budrys et al. также сравнивались результаты ЧКВ под контролем ВСУЗИ и ФРК [18]. Общая средняя длина имплантированных стентов была достоверно больше в группе ВСУЗИ, чем в группе инвазивной физиологии: $62,5$ мм ($48,0-76,0$ мм) против $49,0$ мм ($36,0-60,3$ мм) соответственно ($p < 0,001$) [17]. Однако пациентов с трехсосудистым поражением КА в данных исследованиях было мало, что говорит о необходимости проведения сравнительной оценки ЧКВ под контролем МРК и ВСУЗИ именно в данной когорте пациентов.

По отдельности ни внутрисосудистая визуализация, ни инвазивная физиология не позволяют оценить все характеристики стенотического поражения КА. Ограничением ВСУЗИ является невозможность оценки кровотока в коронарной артерии и, соответственно, определения гемодинамической значимости поражения [19]. Методики ФРК и МРК, в свою очередь, не способны дать морфологическую оценку стеноза, определить тип атеросклеротической бляшки, а также оценить оптимальность имплантации стента. Однако в современных реалиях зачастую приходится выбирать между данными технологиями при выполнении ЧКВ, так как их рутинное сочетание в рамках одной операции значительно увеличивает и время, и стоимость операции. В связи

с этим возрастает потребность в проведении сравнительного анализа безопасности и эффективности методик коронарной физиологии (ФРК/МРК) и ВСУЗИ у пациентов с трехсосудистым поражением КА.

Заключение

В настоящее время существует большая доказательная база эффективности каждого из методов по отдельности, однако количество исследований, сравнивающих ЧКВ под контролем ФРК/МРК и ЧКВ под контролем ВСУЗИ у пациентов с трехсосудистым поражением КА, очень мало.

В ходе нашего исследования мы пришли к следующим выводам:

- 1) применение методик ВСУЗИ и МРК у пациентов с трехсосудистым поражением КА является безопасным и эффективным;
- 2) анализ интраоперационных результатов показал, что использование МРК при ЧКВ приводит к достоверному уменьшению количества имплантированных стентов по сравнению с группами ВСУЗИ и ангиографии ($p < 0,001$);
- 3) использование ВСУЗИ при ЧКВ, напротив, приводит к увеличению времени вмешательства и использованию дополнительных баллонных катетеров и стентов, однако позволяет обнаружить показания к дополнительной оптимизации имплантированных стентов в 85 (70,8%) из 120 сосудов;
- 4) требуется сравнение отдаленных результатов ЧКВ под контролем МРК и ЧКВ под контролем ВСУЗИ для оценки влияния каждой из методик на частоту больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

Литература/References

1. World Health Organization Global Health Estimates 2018: Disease burden by cause, sex, by country and region, 2000–2016 World Health Organization (2018). Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (accessed 15.11.2024)
2. Norhammar A., Malmberg K., Diderholm E., Lagerqvist B., Lindahl B., Rydén L., Wallentin L. Diabetes mellitus: the major risk factor in unstable coronary artery disease even after consideration of the extent of coronary artery disease and benefits of revascularization. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 43 (4): 585–591. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.08.050
3. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J. et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3415–3537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae177

4. De Jaegere P., Mudra H., Figulla H., Almagor Y., Doucet S., Penn I. et al. Intravascular ultrasound-guided optimized stent deployment. Immediate and 6 months clinical and angiographic results from the Multicenter Ultrasound Stenting in Coronaries Study (MUSIC Study). *Eur. Heart J.* 1998; 19 (8): 1214–1223. DOI: 10.1053/ehj.1998.1012
5. Rathod K.S., Koganti S., Jain A.K., Astroulakis Z., Lim P., Rakhit R. et al. Complete versus culprit-only lesion intervention in patients with acute coronary syndromes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72 (17): 1989–1999. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.07.089
6. Emond M., Mock M.B., Davis K.B., Fisher L.D., Holmes D.R., Chaitman B.R. et al. Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation.* 1994; 90 (6): 2645–2657. DOI: 10.1161/01.cir.90.6.2645
7. Gössl M., Faxon D.P., Bell M.R., Holmes D.R., Gersh B.J. Complete versus incomplete revascularization with coronary artery bypass graft or percutaneous intervention in stable coronary artery disease. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2012; 5 (4): 597–604. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.965509
8. Zimarino M., Ricci F., Romanello M., DiNicola M., Corazzini A., DeCaterina R. Complete myocardial revascularization confers a larger clinical benefit when performed with state-of-the-art techniques in high-risk patients with multivessel coronary artery disease: meta-analysis of randomized and observational studies. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2015; 87: 3–12.
9. Bangalore S., Guo Y., Samadashvili Z., Blecker S., Xu J., Hannan E.L. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for multivessel coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (13): 1213–1222. DOI: 10.1056/NEJMoa1412168
10. Gallinoro E., Paolisso P., Di Gioia G., Bermpeis K., Fernandez-Peregrina E., Candrea A. et al. Deferral of coronary revascularization in patients with reduced ejection fraction based on physiological assessment: impact on long-term survival. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (19): e026656. DOI: 10.1161/JAHA.122.026656
11. Van Belle E., Gil R., Klauss V., Balgith M., Meuwissen M., Clerc J. et al. Impact of routine invasive physiology at time of angiography in patients with multivessel coronary artery disease on reclassification of revascularization strategy: results from the DEFINE REAL Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (4): 354–365. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.11.030
12. Ahn J.M., Yoon S.H., Roh J.H., Lee P.H., Chang M., Park H.W. et al. Trends in outcomes of revascularization for left main coronary disease or three-vessel disease with the routine incorporation of fractional flow reserve in real practice. *Am. J. Cardiol.* 2015; 116 (8): 1163–1171. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.07.028
13. Алекаян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н., Ревивили А.Ш. Результаты реваскуляризации миокарда у больных ишемической болезнью сердца с пограничным поражением коронарных артерий под контролем моментального резерва кровотока. *Эндоваскулярная хирургия.* 2021; 8 (1): 20–26. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-20-26
Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Meleshenko N.N., Revishvili A.Sh. Results of myocardial revascularization in patients with coronary artery disease with intermediate coronary stenosis under control of instantaneous wave-free ratio. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2021; 8 (1): 20–26 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-20-26
14. Алекаян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Атрошенко В.В., Навалиев Ю.М. Отдаленные результаты лечения пациентов с ишемической болезнью сердца и многососудистым поражением венечных артерий под контролем моментального резерва кровотока. *Эндоваскулярная хирургия.* 2024; 11 (4): 422–434. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434
Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Atroshenko V.V., Navaliyev Yu.M. Long-term results of treatment of patients with coronary disease and multivessel coronary artery lesion under the control of instantaneous wave-free ratio. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2024; 11 (4): 422–434 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434
15. Tonino P.A., De Bruyne B., Pijls N.H., Siebert U., Ikeno F., van't Veer M. et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (3): 213–224. DOI: 10.1056/NEJMoa0807611
16. Yamamoto K., Shiomi H., Morimoto T., Watanabe H., Miyazawa A., Yamaji K. et al. Optimal intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in patients with multivessel disease. *JACC Asia.* 2023; 3 (2): 211–225. DOI: 10.1016/j.jacasi.2022.12.009
17. Koo B.K., Hu X., Kang J., Zhang J., Jiang J., Hahn J.Y. et al. Fractional flow reserve or intravascular ultrasonography to guide PCI. *N. Engl. J. Med.* 2022; 387 (9): 779–789. DOI: 10.1056/NEJMoa2201546
18. Budrys P., Peace A., Baranauskas A., Davidavicius G. Intravascular ultrasound vs. fractional flow reserve for percutaneous coronary intervention optimization in long coronary artery lesions. *Diagnostics (Basel).* 2023; 13 (18): 2921. DOI: 10.3390/diagnostics13182921
19. Chu M., Dai N., Yang J., Westra J., Tu S. A systematic review of imaging anatomy in predicting functional significance of coronary stenoses determined by fractional flow reserve. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 33: 975–990. DOI: 10.1007/s10554-017-1085-3

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.13./14-073.75

Влияние систематического применения внутрисосудистой визуализации на современную клиническую практику

А.В. Тер-Акопян[✉], С.А. Долгов, А.С. Абрамов, Н.Е. Никитин, А.А. Мамырбаев

ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, Москва, Российская Федерация

[✉] **Тер-Акопян Армен Вигенович**, д-р мед. наук, заведующий отделением эндоваскулярной хирургии; orcid.org/0000-0001-6693-3944, e-mail: terarmen@mail.ru**Долгов Станислав Александрович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-5001-1232**Абрамов Александр Сергеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению**Никитин Никита Егорович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению**Мамырбаев Аскар Асанбекович**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Резюме

Цель исследования – проанализировать систематическое применение внутрисосудистой визуализации и оценить ее эффективность при различных поражениях коронарного русла.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ 2456 внутрисосудистых ультразвуковых исследований у 1100 пациентов с хроническим коронарным синдромом, у которых медикаментозная терапия не дала достаточного эффекта и была доказана ишемия миокарда. У 274 пациентов имелись двухсосудистые поражения, у 227 – трехсосудистые. Была выполнена коронарография и проведено исследование при помощи системы ВСУЗИ (внутрисосудистое ультразвуковое исследование) 1468 коронарных артерий со стенозом поражения на разных этапах чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ). Среди обследованных было 768 мужчин и 332 женщины в возрасте от 34 до 92 лет (средний возраст $70 \pm 9,5$ года). В числе исследуемых сосудов: 252 (17,2%) ствола левой коронарной артерии, 612 (41,7%) передних межжелудочковых ветвей, 329 (22,4%) правых коронарных артерий, 264 (18%) огибающих ветвей и 11 (0,7%) маммарно- и аортокоронарных шунтов.

Результаты. При выполнении вмешательств с использованием ВСУЗИ осложнений не зарегистрировано. Критерии оптимального стентирования были достигнуты во всех случаях. На этапе до вмешательства ВСУЗИ оказало влияние на выбор инструмента (размер баллона и/или стента) во всех 1129 (100%) случаях. В 424 (37,5%) случаях по данным ВСУЗИ было выявлено наличие кальцинированного компонента атеросклеротической бляшки, в том числе выраженное, концентрическое поражение различной толщины, включая узелки кальция, которые потребовали перед стентированием дополнительной подготовки поражения с использованием ротационной атерэктомии ($n = 15$) и/или преддилатации баллоном высокого давления ($n = 409$). В 75 (6,6%) ранее имплантированных стентах, в которых был выявлен рестеноз, в 100% случаев было определено недостаточное раскрытие стента и/или недостаточный диаметр стента по отношению к диаметру артерии. В 149 (13,1%) случаях после достижения ангиографически оптимального результата при ВСУЗИ-контроле были выявлены неоптимальные результаты. Из них в 37 случаях определена мальаппозиция, преимущественно проксимального края стента, в 30 – краевая диссекция интимы, а в 82 – не достигнута соответствующая минимальная площадь стента в связи с выраженным кальцинированным поражением. При всех неоптимальных случаях была выполнена коррекция с помощью более агрессивной и длительной постдилатации баллоном высокого давления, баллоном большего диаметра или имплантации дополнительного стента.

Заключение. Внутрисосудистая визуализация при систематическом применении оказывает положительное влияние на всех этапах проведения ЧКВ, определяет стратегию и позволяет прогнозировать его эффективность. ВСУЗИ гарантирует абсолютную уверенность эндоваскулярному хирургу в полученном результате и снижает риск интраоперационных осложнений.

Ключевые слова: внутрисосудистое ультразвуковое исследование, чрескожное коронарное вмешательство, хронический коронарный синдром, внутрисосудистая визуализация

Для цитирования: Тер-Акопян А.В., Долгов С.А., Абрамов А.С., Никитин Н.Е., Мамырбаев А.А. Влияние систематического применения внутрисосудистой визуализации на современную клиническую практику. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 104–115. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-104-115

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 20.01.2025
Принята в печать 11.03.2025

The impact of systematic use of intravascular imaging on modern clinical practice

A.V. Ter-Akopyan[✉], S.A. Dolgov, A.S. Abramov, N.E. Nikitin, A.A. Mamyrbaev

Central Clinical Hospital with Polyclinic, Department of the Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

✉ Armen V. Ter-Akopyan, Dr. Med. Sci., Head of Department of Endovascular Surgery; orcid.org/0000-0001-6693-3944, e-mail: terarmen@mail.ru

Stanislav A. Dolgov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5001-1232

Aleksandr S. Abramov, Endovascular Surgeon

Nikita E. Nikitin, Endovascular Surgeon

Askar A. Mamyrbaev, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon

Abstract

Objective. To analyze the systematic use of intravascular imaging and evaluate its effectiveness in various coronary artery lesions.

Material and methods. A retrospective analysis of 2456 intravascular ultrasound examinations in 1100 patients with chronic coronary syndrome was conducted. These patients had not achieved sufficient improvement with medication therapy and myocardial ischemia was confirmed. Two-vessel lesions were present in 274 patients, and three-vessel lesions in 227 patients. Coronary angiography was performed, and IVUS (intravascular ultrasound) was conducted on 1468 coronary arteries with stenotic lesions at different stages of percutaneous coronary intervention (PCI). Among the examined patients, there were 768 males and 332 females aged between 34 and 92 years (mean age 70 ± 9.5 years). The examined vessels included: 252 (17.2%) left main coronary arteries, 612 (41.7%) left anterior descending arteries, 329 (22.4%) right coronary arteries, 264 (18%) circumflex arteries, and 11 (0.7%) internal mammary artery- and aortocoronary bypass grafts.

Results. No complications were recorded during interventions using IVUS. Optimal stent deployment criteria were achieved in all cases. IVUS influenced the selection of instruments (balloon size and/or stent) in all 1129 (100%) cases before intervention. In 424 (37.5%) cases, according to IVUS data, the presence of a calcified component of the atherosclerotic plaque was revealed, including pronounced, concentric lesions of various thicknesses, including calcium nodules, which required additional preparation of the lesion using rotational atherectomy ($n=15$) and/or pre-dilation with a high-pressure balloon ($n=409$) before stenting. In 75 (6.6%) cases with previously implanted stent restenosis, insufficient stent expansion and/or inadequate stent diameter relative to the artery diameter were determined in 100% of cases. In 149 (13.1%) cases, suboptimal results were detected during IVUS control after achieving angiographically optimal results. These included malapposition in 37 cases, predominantly at the proximal edge of the stent; edge intimal dissection in 30 cases; and failure to achieve the minimum stent area due to severe calcified lesions in 82 cases. Correction with more aggressive and prolonged high-pressure balloon post-dilatation, larger diameter balloon, or additional stent implantation was performed in all suboptimal cases.

Conclusion. Systematic use of intravascular imaging has a positive impact on all stages of PCI, determines the strategy and allows predicting its effectiveness. IVUS guarantees absolute confidence for the endovascular surgeon in the obtained results and reduces the risk of intraoperative complications.

Keywords: intravascular ultrasound, percutaneous coronary intervention, chronic coronary syndrome, intravascular imaging

For citation: Ter-Akopyan A.V., Dolgov S.A., Abramov A.S., Nikitin N.E., Mamyrbaev A.A. The impact of systematic use of intravascular imaging on modern clinical practice. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 104–115 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-104-115

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

Received January 20, 2025
Accepted March 11, 2025

Введение

Современная интервенционная кардиология продолжает развиваться, и основным направлением этого развития является улучшение результатов чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) у больных с хроническим коронарным синдромом. К настоящему времени проведено огромное количество исследований, благодаря которым сформирова-

на колоссальная доказательная база в пользу применения внутрисосудистой визуализации во время вмешательства на коронарных артериях. Ведущим методом визуализации для оценки состояния коронарного русла, в частности по количеству проведенных исследований, является внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ).

С развитием современных технологий появляется возможность определения тактики

лечения не только при пограничных сужениях, но и выполнении эндоваскулярного вмешательства при комплексных, более сложных поражениях коронарного русла. Основная задача состоит в проведении оптимального вмешательства, непосредственно влияющего на благоприятный прогноз у пациента. Принципиальными факторами для получения оптимального результата реваскуляризации являются не только ангиографическая оценка поражения, морфологическая характеристика бляшки, определение физиологического параметра кровотока, но и правильное соотношение всех полученных данных на целевой артерии с возможностью прогнозирования результата.

Международные рекомендации, основанные на результатах крупных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), достаточно долгое время предлагали использовать внутрисосудистую визуализацию во время ЧКВ с классом рекомендации IIa, уровнем доказательности B [1, 2]. Несмотря на огромную доказательную базу о положительном влиянии внутрисосудистой визуализации на клинические результаты, полученную в ходе РКИ, использование визуализации во время ЧКВ остается на очень низком уровне как в Российской Федерации, так и во всем мире [3, 4].

Был доказан статистически значимый положительный эффект от применения внутрисосудистой визуализации в ходе ЧКВ при имплантации стентов с лекарственным покрытием второго и третьего поколения у пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии (ЛКА), хронической тотальной окклюзией и рестенозами в ранее установленных стентах [5]. В 2023 г. экспертами Интервенционного комитета Американской коллегии кардиологов (АСС) был опубликован обзор о применении внутрисосудистой визуализации при выполнении ЧКВ как неотъемлемой части современного подхода при стентировании коронарных артерий, а также были аргументированы решения по внедрению этих методов во все катетеризационные лаборатории США [6].

Согласно обновленным рекомендациям Европейского общества кардиологов, опубликованным в 2024 г., внутрисосудистая визуализация была признана методикой, которую следует использовать во время выполнения ЧКВ при сложных поражениях. Эти рекомен-

дации получили класс IA и уровень доказательности A, что отражает высокую уверенность в их клинической ценности [7]. В частности, рекомендуется использование ВСУЗИ при стентировании ствола левой коронарной артерии, а также при хронических окклюзиях и истинных бифуркационных поражениях, что подтверждается последними данными, опубликованными в крупных многоцентровых исследованиях.

Тем не менее остается открытым вопрос о необходимости регулярного и систематического применения внутрисосудистого ультразвука при ЧКВ у пациентов с хроническим коронарным синдромом. Несмотря на существенные доказательства эффективности этих методов в улучшении результатов, их внедрение остается ограниченным, что в значительной степени связано с высокими затратами на оборудование и необходимостью дополнительной подготовки специалистов. Вопрос о более широком применении ВСУЗИ остается актуальным и требует дальнейших исследований для оптимизации клинической практики.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ 1100 пациентов с хроническим коронарным синдромом, у которых медикаментозная терапия не дала достаточного эффекта и была доказана ишемия миокарда. При помощи системы ВСУЗИ было проведено исследование 1468 коронарных артерий со стенотическим поражением. У 274 пациентов имелись двухсосудистые поражения, у 227 – трехсосудистые. По данным коронарографии был выявлен атеросклероз коронарного русла, который в подавляющем большинстве случаев (в 1030 артериях из 1468) имел большую протяженность (>28 мм). Также в 1165 артериях определены более сложные варианты поражения, из

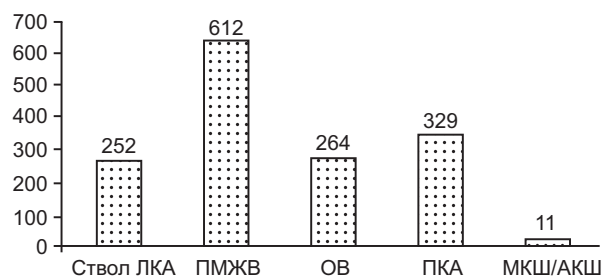


Рис. 1. Ангиографическая характеристика поражений

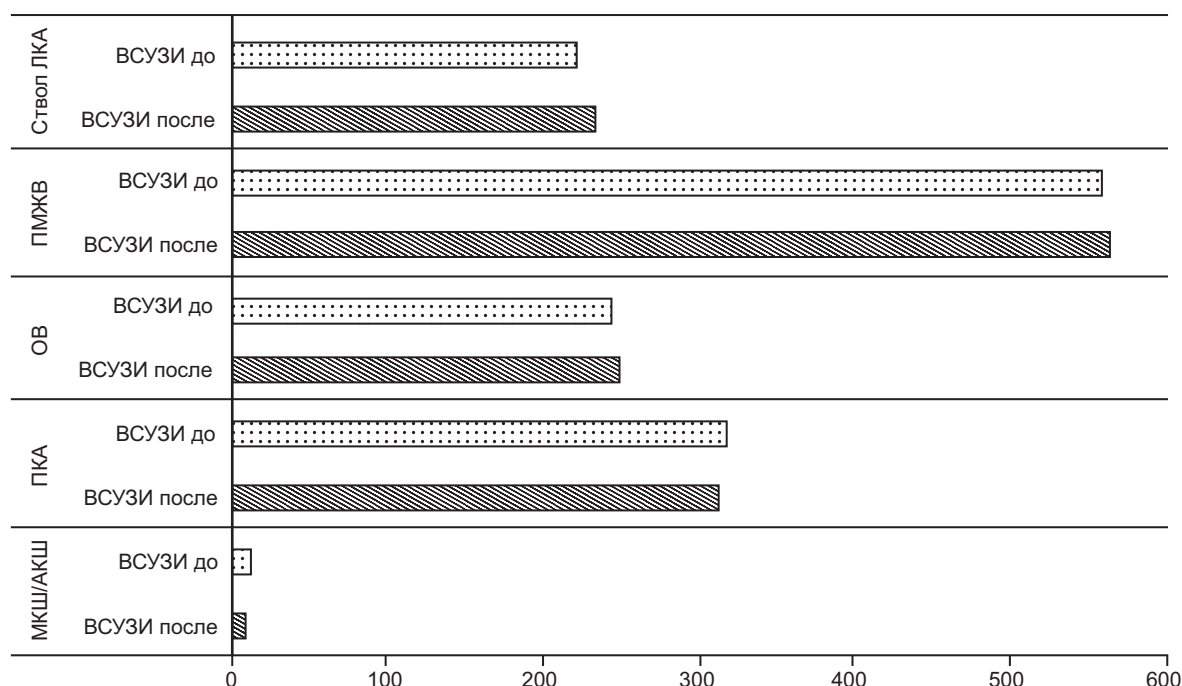


Рис. 2. Применение ВСУЗИ до и после вмешательства

которых в 252 выявлено поражение ствола ЛКА, в 48 – наличие хронической тотальной окклюзии, в 359 – бифуркационные поражения, в 75 отмечены рестеноотические изменения в ранее имплантированных стентах, в 424 – поражение с выраженным атерокальцинозом, в 7 – нестабильные атеросклеротические поражения.

Среди обследованных было 768 мужчин и 332 женщины в возрасте от 34 до 92 лет (средний возраст $70 \pm 9,5$ года). В числе исследу-

дуемых сосудов: 252 (17,2%) ствола ЛКА, 612 (41,7%) передних межжелудочковых ветвей (ПМЖВ), 329 (22,4%) правых коронарных артерий (ПКА), 264 (18%) огибающие ветви (ОВ) и 11 (0,7%) маммарно- и аортокоронарных шунтов (МКШ и АКШ) (рис. 1).

Всего выполнено 2456 внутрисосудистых ультразвуковых исследований 1468 артерий на разных этапах вмешательства. ВСУЗИ проводилось до вмешательства в 1129 случаях для определения референсных участков, диаметра артерии, морфологии атероматозного субстрата и длины поражения; в 1133 случаях – при окончательном контроле вмешательства после имплантации стента (рис. 2); в 149 случаях был выполнен дополнительный контроль ВСУЗИ при выявлении зон неоптимального стентирования, с последующей коррекцией (рис. 3), а также в 45 случаях, одномоментно со стентированием целевой артерии, выполнено ВСУЗИ второй артерии с целью определения дальнейшей тактики при сомнительных ангиографических данных.

Результаты

При выполнении вмешательств с использованием внутрисосудистого ультразвука осложнений не зарегистрировано. На этапе до вмешательства ВСУЗИ оказало влияние на выбор инструмента (размер баллона и/или стент-

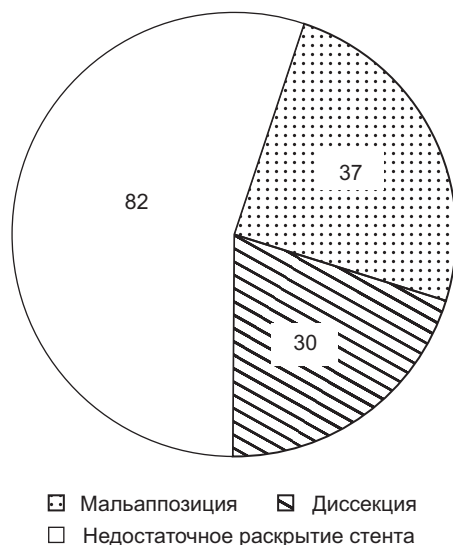


Рис. 3. Неоптимальные результаты по данным контрольного ВСУЗИ

та) во всех 1129 (100%) случаях. При оценке морфологии поражения в 424 (37,5%) случаях по данным ВСУЗИ было выявлено наличие кальцинированного компонента атеросклеротической бляшки, в том числе выраженное, концентрическое поражение различной толщины, включая узелки кальция, которые потребовали перед стентированием дополнительной подготовки поражения с использова-

нием ротационной атерэктомии и/или преддилатации баллоном высокого давления. Во всех 75 (6,6%) ранее имплантированных стентах, где выявлен рестеноз, в 100% случаев было обнаружено их недостаточное раскрытие и/или недостаточный диаметр стента по отношению к диаметру артерии. В 149 (13,1%) случаях после достижения ангиографически оптимального результата при ВСУЗИ-контроле были

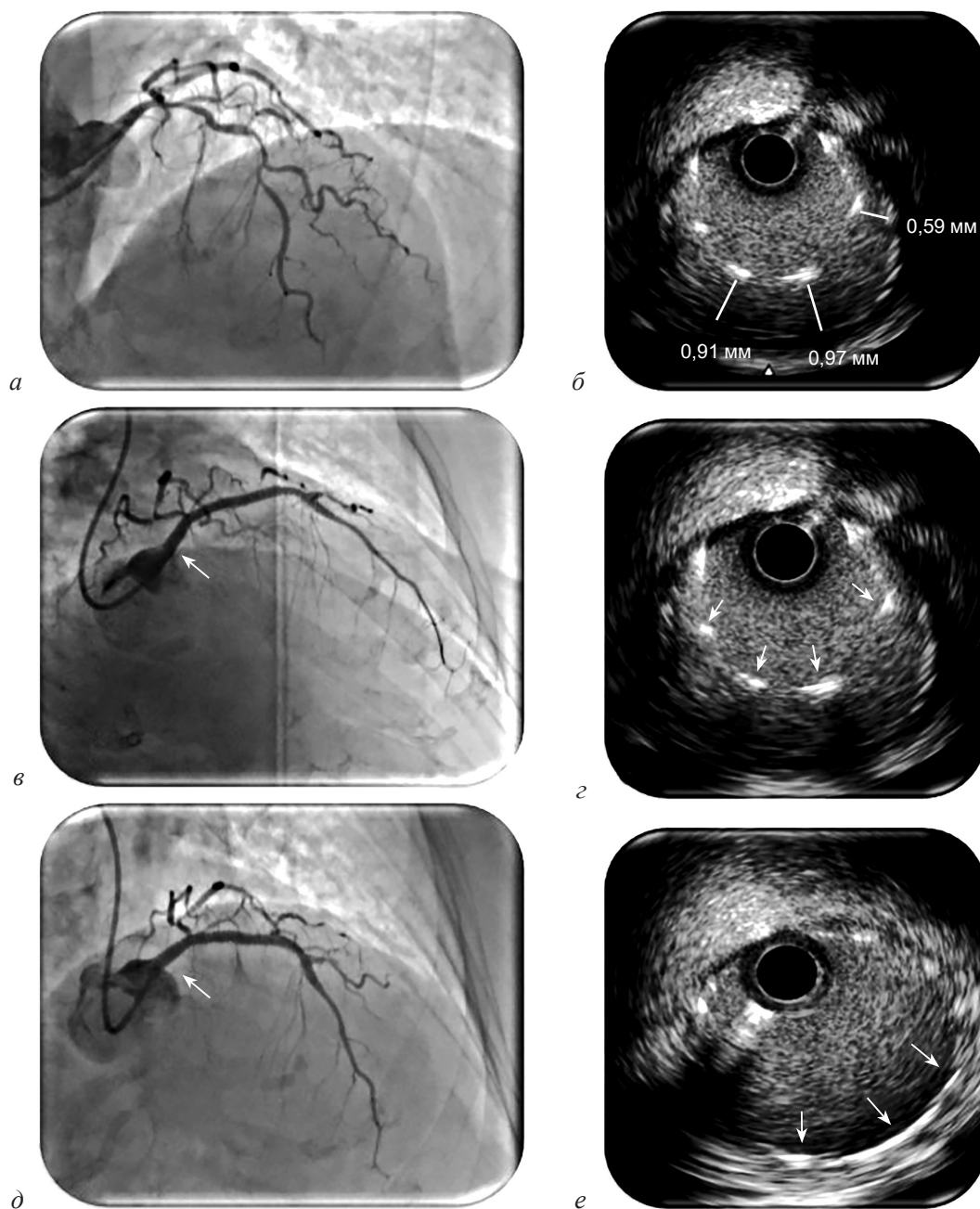


Рис. 4. Мальаппозиция:

а – ангиография ЛКА, поражение ПМЖВ с переходом на ствол ЛКА; *б* – ВСУЗИ после имплантации стентов – выраженная мальаппозиция проксимального края стента в стволе ЛКА; *в* – после стентирования ствола ЛКА-ПМЖВ по данным ангиографии достигнут оптимальный результат (зона интереса указана стрелкой); *г* – балки стента, которые свободно расположены в просвете артерии и не прилегают к стенке артерии; *д* – ангиография после дополнительной постдилатации баллоном (зона интереса указана стрелкой); *е* – ВСУЗИ после дополнительной постдилатации баллоном – полная аппозиция стента

выявлены неоптимальные результаты, которые потребовали дополнительного воздействия баллоном или имплантации дополнительного стента (см. рис. 3).

Из них в 37 была определена мальаппозиция, преимущественно проксимального края стента, в 30 – краевая диссекция интимы, а в 82 – не достигнута соответствующая ми-

нимальная площадь стента в связи с выраженным кальцинированным поражением, что потребовало более агрессивной и длительной постдилатации баллоном высокого давления. Таким образом, после дополнительного воздействия критерии оптимального стентирования были достигнуты во всех случаях (рис. 4, 5, 6).

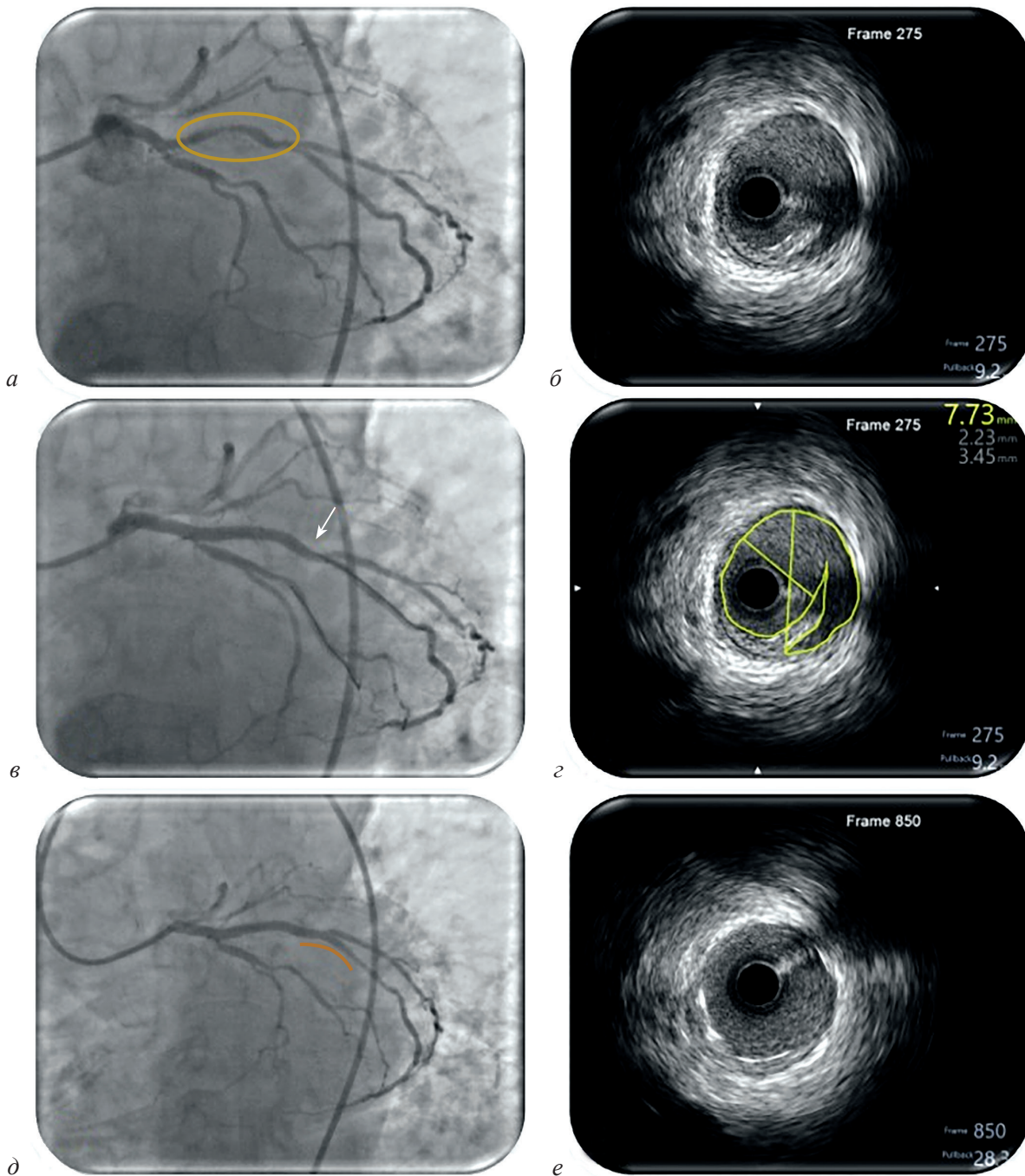


Рис. 5. Диссекция:

a – ангиография ЛКА, стеноз крупной ветви тупого края; *б* – ВСУЗИ после имплантации стента – выраженная диссекция по дистальному краю стента; *в* – ангиография после имплантации стента с хорошим результатом; *г* – контуры диссекции по данным ВСУЗИ; *д* – ангиография после имплантации дополнительного стента; *е* – ВСУЗИ после имплантации дополнительного стента

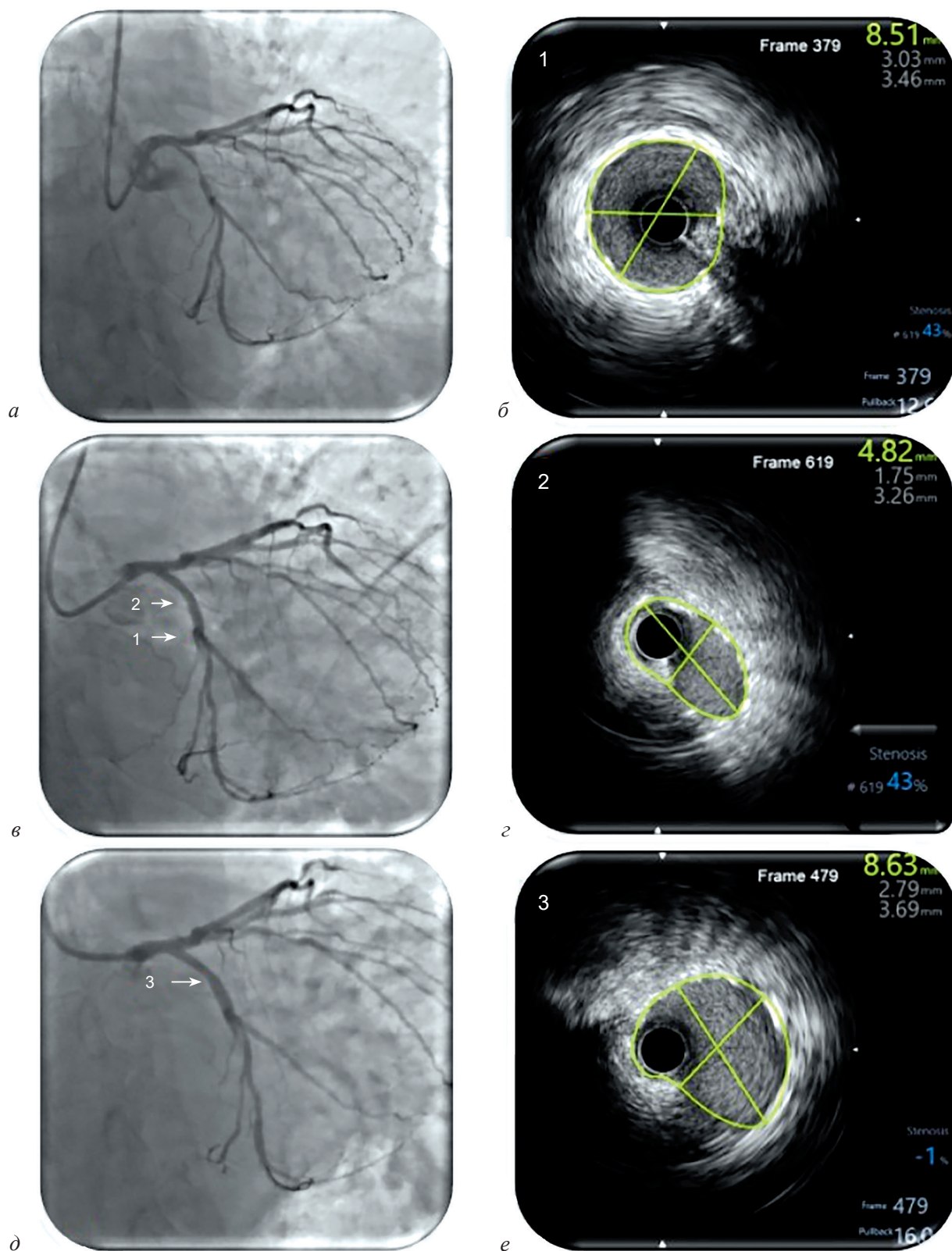


Рис. 6. Недостаточное раскрытие стента:

a – ангиография ЛКА, стеноз ОВ в проксимальном сегменте; *б* – ВСУЗИ после имплантации стента, дистальный край стента оптимально раскрыт; *в* – результат после стентирования ОВ и постдилатации баллоном высокого давления по данным ангиографии; *г* – недостаточное раскрытие стента, минимальная площадь стента 4,8 мм², менее 60% раскрытия от дистального референсного участка; *д* – ангиография после дополнительной постдилатации баллоном высокого давления; *е* – ВСУЗИ после дополнительной постдилатации баллоном, минимальная площадь стента 8,6 мм², 100% раскрытие стента

У 45 пациентов с двух- или трёхсосудистым поражением при стентировании основной артерии одномоментно была проведена внутрисосудистая визуализация второй артерии с сомнительным поражением по данным ангиографии. В 8 (17%) случаях были определены показания к стентированию следующим этапом, у остальных пациентов выявлены гемодинамически незначимые поражения, требующие только оптимальной медикаментозной терапии. В числе гемодинамически незначимых поражений у 13 пациентов определена извитость или достаточная минимальная площадь просвета ствола ЛКА, у 4 – миокардиальный мост в среднем сегменте ПМЖВ, у 3 – гиперплазия интимы до 50% в ранее имплантированных стентах и у 17 – неровности контуров в ПМЖВ, ОВ и ПКА.

Таким образом, ВСУЗИ во время вмешательства в 100% случаев влияет на решение оператора, определяет стратегию вмешательства, точки приложения в артерии, влияет на выбор инструмента, а также дает возможность агрессивного и безопасного достижения критериев оптимального стентирования.

Обсуждение

Селективная коронарография предоставляет информацию только о сужении просвета сосуда, но не определяет этиологию стеноза и не выявляет артерию с истинно минимальным просветом. В настоящее время коронарография используется у пациентов с ИБС в основном для выбора метода прямой реваскуляризации миокарда (ЧКВ или АКШ) и для оценки результатов лечения [8].

В отличие от коронарографии, внутрисосудистая визуализация детализирует характеристику участка поражения коронарной артерии, обеспечивая как качественный анализ атеросклеротической бляшки, так и данные количественных измерений всего сосуда. ВСУЗИ дополняет и меняет стратегию вмешательства: даёт возможность оценить морфологию субстрата для подготовки поражения перед стентированием, позволяет безопасно подобрать бур для адекватной ротационной атерэктомии [9], а также выбрать размер баллона высокого давления в соотношении к диаметру медиамедиа артерии для полноценной преддилатации поражения. Определяет референсные участки и длину поражения, объективизирует параметры выбора стента и последующие размеры

баллона для постдилатации. Все вышеперечисленные параметры влияют на непосредственный результат вмешательства [10–12].

Использование ВСУЗИ во время вмешательства дает значительные преимущества и влияет на отдаленные результаты стентирования: меньшее количество рестенозов в стенте, повторных реваскуляризаций, MACE (в том числе тромбоз стента, инфаркт миокарда, летальный исход), а также ассоциируется с наиболее точным предиктором рестеноза в стенте, которым является минимальная площадь просвета после стентирования [11, 13–17]. Помимо недостаточной минимальной площади просвета в стенте не меньшие проблемы создают краевая диссекция, а также выраженная мальаппозиция стента.

Так, на этапе после стентирования ВСУЗИ позволяет точно оценить раскрытие стента, его аппозицию, наличие диссекции и массивной бляшки на краю стента [18]. Полученные данные позволяют безопасно выполнять агрессивную постдилатацию баллонами большего диаметра, при более высоком давлении, для достижения оптимального раскрытия стента. Этот подход способствует улучшению клинических результатов, что соответствует предыдущим исследованиям, в заключении которых отмечается принцип «чем больше, тем лучше» [19–26].

Рутинная постдилатация стента по результатам ангиографии во время ЧКВ уступает постдилатации стента во время ЧКВ с использованием ВСУЗИ, которое позволяет достичь большей минимальной площади стента и улучшить долгосрочные клинические результаты [27].

В своей работе мы использовали критерии оптимального стентирования по данным ВСУЗИ, основанные на данных РКИ [19–21, 28, 29].

Влияние внутрисосудистой визуализации на принятие решений оперирующим специалистом по поводу оптимизации вмешательства после стентирования в публикациях отмечается на уровне 27–33% [30, 31]. Наш анализ показал, что очень важным моментом является применение визуализации как на этапе до стентирования, так и при окончательном контроле. Несмотря на исходные точные данные, полученные при ВСУЗИ, в 13,1% случаев после стентирования были выявлены неоптимальные результаты вмешательства, потребовавшие дополнительного воздействия.

Неблагоприятными факторами в данных случаях, влияющими на результат, были сложные и протяженные поражения с достаточно выраженным атерокальцинозом и значительной разницей диаметров сосуда. Даже в рандомизированных клинических исследованиях под контролем визуализации критерии оптимального стентирования были реализованы только в половине вмешательств [19, 20, 25]. В основном во всех предыдущих исследованиях сделан акцент на ВСУЗИ после вмешательства для контроля уже установленного стента [19, 20, 32, 33], но существуют и работы, демонстрирующие положительный эффект от применения ВСУЗИ на исходном этапе вмешательства. Большой диаметр стента, больше минимальная площадь стента, меньше проблем на краю стента – при выполнении ВСУЗИ до имплантации стента [34, 35].

Таким образом, для получения максимального положительного эффекта во время имплантации стента внутрисосудистая визуализация должна выполняться на всех этапах вмешательства. Тем самым мы минимизируем риск неоптимального результата, применяя ВСУЗИ на исходном уровне до имплантации стента, а при получении на контрольном ВСУЗИ результата, несоответствующего оптимальным критериям вмешательства (в нашем случае это составило около 13%), улучшаем их до необходимых показателей.

В настоящее время клинический спрос на внутрисосудистую визуализацию растет в основном из-за увеличения количества сложных поражений коронарных артерий [36]. Также применение внутрисосудистой визуализации необходимо в связи с глобальным развитием технологий лечения, которые требуют достоверных данных для индивидуального подхода в каждом случае.

Преимущество внутрисосудистой визуализации значительно и у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) [37–40]. В работе I. Shafi от 2023 г. было продемонстрировано снижение внутрибольничной смертности в группе с применением внутрисосудистой визуализации у пациентов с ОКС [39]. Получая данные ВСУЗИ, специалист может полностью ориентироваться в целевой артерии, сопоставляя критически важные анатомические ориентиры, которые незаменимы в бифуркациях и при диффузных поражениях [41–43].

Применение внутрисосудистой визуализации при простых поражениях коронарных артерий требует обоснования, особенно для специалистов со скептическим отношением к применению визуализации, которая, по их мнению, удлиняет и в целом усложняет всю процедуру вмешательства [44–46]. Проведенное исследование, где отдаленные результаты анализировались до 10 лет наблюдения, показало достоверно лучшие показатели с применением внутрисосудистого ультразвукового исследования независимо от опыта работы специалиста. При этом преимущество от применения визуализации было более значительным у специалистов с небольшим опытом [47, 48].

Таким образом, оперирующие специалисты с малым опытом в рентгенэндоваскулярной хирургии, которые априори выполняют простые ЧКВ, получают весомое подспорье при использовании технологий по внутрисосудистой визуализации.

Независимо от сложности поражения, дополнительный положительный эффект от использования ВСУЗИ отмечен у пациентов с хроническим заболеванием почек. Введение контрастного вещества увеличивает риск возникновения контраст-индуцированной нефропатии, что приводит к увеличению смертности. Стентирование под контролем ВСУЗИ возможно без контрастирования целевой артерии как при простом, так и при сложном поражении [49, 50].

В конце 2023 г. стали доступны новые данные метаанализов РКИ [51, 52], в том числе данные сетевого метаанализа [53], сравнивающие внутрисосудистую визуализацию с ангиографией при проведении ЧКВ, которые включали несколько тысяч пациентов. В работе T. Kuno et al. продемонстрировано значительное преимущество при использовании внутрисосудистой визуализации по всем конечным точкам. В марте 2024 г. профессор G.W. Stone et al. также продемонстрировали в своём объединенном метаанализе тотальное улучшение клинических результатов; главным показателем стало снижение смертности в группе под контролем визуализации [54]. Еще больше клинической пользы визуализация приносит в группе пациентов с наиболее сложным поражением [37]. Вышеупомянутых результатов достаточно мощных исследований хватило, чтобы позитивно повлиять на рекомендации

2024 г. Европейского общества кардиологов, где внутрисосудистая визуализация получила класс IA и уровень доказательности A. Тем более что соблюдение алгоритма использования внутрисосудистой визуализации и достижение критериев оптимальной имплантации стента позволит добиться снижения общей смертности.

Несмотря на впечатляющие возможности этой технологии, сама система очень надежна и проста в использовании. Основные преимущества системы ВСУЗИ – разработка индивидуального лечения больного и возможность анализа, насколько адекватно использованы все предоставляемые возможности.

Полученные данные подтверждают результаты о необходимости ежедневного применения внутрисосудистой визуализации в современной клинической практике эндоваскулярного хирурга. У нас есть все возможности для того, чтобы преодолеть существующие барьеры для систематического применения внутрисосудистой визуализации для достижения лучших результатов и лучшего прогноза для наших пациентов.

Заключение

Внутрисосудистая визуализация при систематическом применении оказывает положительное влияние на всех этапах проведения ЧКВ, определяет стратегию и позволяет прогнозировать его эффективность. ВСУЗИ гарантирует абсолютную уверенность эндоваскулярному хирургу в полученном результате и снижает риск интраоперационных осложнений.

Литература/References

1. Sousa-Uva M., Neumann F.J., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2019; 55 (1): 4–90. DOI: 10.1093/ejcts/ezy289
2. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (2): e21–e129. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006
3. Алякян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2022 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (Специальный выпуск): S5–S256. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256
4. Alekhan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2022). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (Special Issue): S5–S256 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256
5. Fazel R., Yeh R.W., Cohen D.J., Rao S.V., Li S., Song Y. et al. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: temporal trends and clinical outcomes in the USA. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (38): 3845–3855. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad430
6. Machanahalli Balakrishna A., Ismayl M., Goldsweig A.M., Peters L.A., Alla V.M., Velagapudi P. et al. Intracoronary imaging versus coronary angiography guidance for implantation of second and third generation drug eluting stents in a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Cardiol.* 2023; 202: 100–110. DOI: 10.1016/j.amjcard.2023.06.073
7. Truesdell A.G., Alasnag M.A., Kaul P., Rab S.T., Riley R.F., Young M.N. et al. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 81 (6): 590–605. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.11.045
8. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J. et al. ESC Scientific document group. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3415–3537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae177
9. Алякян Б.Г., Стаферов А.В. Селективная коронарография, шунтография и левая вентрикулография. В кн.: Алякян Б.Г. (ред.). Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. М.: Литтерра; 2017; 2: 49–93. Alekhan B.G., Staferov A.V. Selective coronarography. Angiography of coronary bypass grafts. Cardiac ventriculography. In: Alekhan B.G. (Ed.). Endovascular surgery. Moscow; 2017; 2: 49–93 (in Russ.).
10. Sakakura K., Ito Y., Shibata Y., Okamura A., Kashima Y., Nakamura S. et al. Clinical expert consensus document on rotational atherectomy from the Japanese association of cardiovascular intervention and therapeutics. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2021; 36 (1): 1–18. DOI: 10.1007/s12928-020-00715-w
11. Савченко А.П., Черкавская О.В., Руденко Б.А., Болотов П.А. Интервенционная кардиология. Коронарная ангиография и стентирование. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2010. Savchenko A.P., Cherkavskaya O.V., Rudenko B.A., Bolotov P.A. Interventional cardiology. Coronary angiography and stenting. Moscow; 2010 (in Russ.).
12. Ahmed J.M., Gamal A.S., Mintz G.S. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование. В кн.: Алякян Б.Г. (ред.). Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. 2017; 2: 137–163. Ahmed J.M., Gamal A.S., Mintz G.S. Intravascular ultrasound. In: Alekhan B.G. (Ed.). Endovascular surgery. Moscow; 2017; 2: 137–163 (in Russ.).
13. Mintz G.S., Bourantas C.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.jscv.2022.100413
14. Rogacka R., Latib A., Colombo A. Ivus-guided stent implantation to improve outcome: a promise waiting to be fulfilled. *Curr. Cardiol. Rev.* 2009; 5 (2): 78–86. DOI: 10.2174/157340309788166697
15. Jakabcin J., Spacek R., Bystron M., Kvasnák M., Jager J., Veselka J. et al. Long-term health outcome and mortality

- evaluation after invasive coronary treatment using drug eluting stents with or without the IVUS guidance. Randomized control trial. *HOME DES IVUS. Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 75 (4): 578–583. DOI: 10.1002/ccd.22244
15. Azzalini L., Jabbour R., Colombo A. Рестеноз внутри стента. В кн.: Алякян Б.Г. (ред.). Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. М.: Литтерра; 2017; 2: 354–378.
Azzalini L., Jabbour R., Colombo A. In-stent restenosis. In: Alekyan B.G. (Ed.). *Endovascular surgery*. Moscow; 2017; 2: 354–378 (in Russ.).
 16. Park D.Y., An S., Jolly N., Attanasio S., Yadav N., Gutierrez J.A. et al. Comparison of intravascular ultrasound, optical coherence tomography, and conventional angiography-guided percutaneous coronary interventions: a systematic review, network meta-analysis, and meta-regression. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2023; 102 (3): 440–450. DOI: 10.1002/ccd.30784
 17. Fujita T., Takeda T., Hano Y., Takashima N., Yamaji M., Sakaguchi T. et al. Post-intervention minimal stent area as a predictor of target lesion revascularization after everolimus-eluting stent implantation for in-stent restenosis: a single-center observational study. *Coron. Artery Dis.* 2019; 30: 432–439. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000731
 18. Mintz G.S., Matsumura M., Ali Z., Maehara A. Clinical utility of intravascular imaging: past, present, and future. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2022; 15 (10): 1799–1820. DOI: 10.1016/j.jcmg.2022.04.026
 19. Hong S.J., Kim B.K., Shin D.H., Nam C.M., Kim J.S., Ko Y.G. et al.; IVUS-XPL investigators. Effect of intravascular ultrasound-guided vs angiography-guided everolimus-eluting stent implantation: the IVUS-XPL Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2015; 314: 2155–2163. DOI: 10.1001/jama.2015.15454
 20. Zhang J., Gao X., Kan J., Ge Z., Han L., Lu S. et al. Intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation: the ULTIMATE trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72: 3126–3137. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.013
 21. 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: 3281–3300. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy285
 22. Hong S.J., Mintz G.S., Ahn C.M., Kim J.S., Kim B.K., Ko Y.G. et al.; IVUS-XPL investigators. Effect of intravascular ultrasound-guided drug-eluting stent implantation: 5-year follow-up of the IVUS-XPL Randomized Trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13: 62–71. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.09.033
 23. Gao X.F., Ge Z., Kong X.Q., Kan J., Han L., Lu S. et al.; ULTIMATE investigators. 3-year outcomes of the ULTIMATE Trial comparing intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14: 247–257. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.10.001
 24. Hong M.K., Mintz G.S., Lee C.W., Park D.W., Choi B.R., Park K.H. et al. Intravascular ultrasound predictors of angiographic restenosis after sirolimus-eluting stent implantation. *Eur. Heart J.* 2006; 27: 1305–1310. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi882
 25. Kim D., Hong S.J., Kim B.K., Shin D.H., Ahn C.M., Kim J.S. et al. Outcomes of stent optimization in intravascular ultrasound-guided interventions for long lesions or chronic total occlusions. *EuroIntervention.* 2020; 16: e480–e488. DOI: 10.4244/EIJ-D-19-00762
 26. Mintz G.S., Guagliumi G. Intravascular imaging in coronary artery disease. *Lancet.* 2017; 390: 793–809. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31957-8
 27. Lee Y.J., Zhang J.J., Mintz G.S., Hong S.J., Ahn C.M., Kim J.S. et al. Is Routine postdilation during angiography-guided stent implantation as good as intravascular ultrasound guidance? An analysis using data from IVUS-XPL and ULTIMATE. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (1): e011366. DOI: 10.1161/CIRC-INTERVENTIONS.121.011366
 28. Ali Z.A., Maehara A., G  n  reux P., Shlofmitz R.A., Fabbiochi F., Nazif T.M. et al. ILUMIEN III: OPTIMIZE PCI Investigators. 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
 29. Fujimura T., Matsumura M., Witzendichler B., Metzger D.C., Rinaldi M.J., Duffy P.L. et al. Stent expansion indexes to predict clinical outcomes: an IVUS substudy from ADAPT-DES. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2021; 14 (15): 1639–1650.
 30. Wijns W., Shite J., Jones M.R., Lee S.W., Price M.J., Fabbiochi F. et al. Optical coherence tomography imaging during percutaneous coronary intervention impacts physician decision-making: ILUMIEN I study. *Eur. Heart J.* 2015; 36 (47): 3346–3355. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv367
 31. Bhogal S., Hashim H., Merdler I., Aladin A.I., Zhang C., Ben-Dor I. et al. Impact of IVUS and OCT on physician decision-making during post-PCI optimization. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2023; 55: 96–98. DOI: 10.1016/j.carrev.2023.06.009
 32. Kim J.S., Kang T.S., Mintz G.S., Park B.E., Shin D.H., Kim B.K. et al. Randomized comparison of clinical outcomes between intravascular ultrasound and angiography-guided drug-eluting stent implantation for long coronary artery stenoses. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013; 6 (4): 369–376. DOI: 10.1016/j.jcin.2012.11.009
 33. Sonoda S., Hibi K., Okura H., Fujii K., Node K., Kobayashi Y. et al. Current clinical use of intravascular ultrasound imaging to guide percutaneous coronary interventions (update). *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2023; 38 (1): 1–7. DOI: 10.1007/s12928-022-00892-w
 34. Tian N.L., Gami S.K., Ye F., Zhang J.J., Liu Z.Z., Lin S. et al. Angiographic and clinical comparisons of intravascular ultrasound- versus angiography-guided drug-eluting stent implantation for patients with chronic total occlusion lesions: two-year results from a randomised AIR-CTO study. *EuroIntervention.* 2015; 10 (12): 1409–1417. DOI: 10.4244/EIJV10I12A245
 35. Hong S.J., Kim D., Kim B.K., Ahn C.M., Kim J.S., Ko Y.G. et al. Acute and one-year clinical outcomes of pre-stenting intravascular ultrasound: a patient-level meta-analysis of randomised clinical trials. *EuroIntervention.* 2021; 17 (3): 202–211. DOI: 10.4244/EIJ-D-20-00276
 36. Kubo T., Shiono Y. Clinical benefit of pre-stenting intravascular ultrasound. *EuroIntervention.* 2021; 17 (3): 185–186. DOI: 10.4244/EIJV17I3A33
 37. Mohamed M.O., Kinnaird T., Wijeyesundera H.C., Johnson T.W., Zaman S., Rashid M. et al. Impact of intracoronary imaging-guided percutaneous coronary intervention on procedural outcomes among complex patient groups. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (19): e026500. DOI: 10.1161/JAHA.122.026500

38. Lee J.M., Choi K.H., Song Y.B., Lee J.Y., Lee S.J., Lee S.Y. et al. RENOVATE-COMPLEX-PCI investigators. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI. *N. Engl. J. Med.* 2023; 388 (18): 1668–1679. DOI: 10.1056/NEJMoa2216607
39. 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
40. Kim Y., Bae S., Johnson T.W., Son N.H., Sim D.S., Hong Y.J. et al. KAMIR-NIH. Role of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in optimizing outcomes in acute myocardial infarction. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (5): e023481. DOI: 10.1161/JAHA.121.023481
41. Kim S.H., Kim Y.H., Kang S.J., Park D.W., Lee S.W., Lee C.W. et al. Long-term outcomes of intravascular ultrasound-guided stenting in coronary bifurcation lesions. *Am. J. Cardiol.* 2010; 106 (5): 612–618. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.04.016
42. Patel Y., Depta J.P., Novak E., Yeung M., Lavine K., Banerjee S. et al. Long-term outcomes with use of intravascular ultrasound for the treatment of coronary bifurcation lesions. *Am. J. Cardiol.* 2012; 109 (7): 960–965. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.11.022
43. Witzensbichler B., Maehara A., Weisz G., Neumann F.J., Rinaldi M.J., Metzger D.C. et al. Relationship between intravascular ultrasound guidance and clinical outcomes after drug-eluting stents: the ADAPT-DES Study. *Circulation.* 2014; 129:463–470. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003942
44. Flattery E., Rahim H.M., Petrossian G., Shlofmitz E., Gkargkoulas F., Matsumura M. et al. Competency-based assessment of interventional cardiology fellows' abilities in intracoronary physiology and imaging. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2020; 13: e008760. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008760
45. Zhou J., Liew D., Duffy S.J., Shaw J., Walton A., Chan W. et al. Intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation: a health economic analysis. *Circulat. Cardiovasc. Qual. Outcom.* 2021; 14: e006789. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.120.006789
46. Shah K.B., Cohen D.J. Why is intravascular ultrasound guidance underutilized in percutaneous coronary intervention? It is not “All About the Benjamins”. *Circul. Cardiovasc. Qual. Outcom.* 2021; 14: e007844. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.121.007844
47. Choi K.H., Lee S.Y., Song Y.B., Park T.K., Lee J.M., Yang J.H. et al. Prognostic impact of operator experience and IVUS guidance on long-term clinical outcomes after complex PCI. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (14): 1746–1758. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.04.022
48. Hirshfeld J.W. Jr, Faggioni M. Optimizing coronary interventional procedure outcomes: experience matters, intravascular ultrasound helps. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (14): 1759–1762. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.05.047
49. Shibata K., Wakabayashi K., Ishinaga T., Morimura M., Aizawa N., Suzuki T. et al. Feasibility, safety, and long-term outcomes of zero-contrast percutaneous coronary intervention in patients with chronic kidney disease. *Circ. J.* 2022; 86 (5): 787–796. DOI: 10.1253/circj.CJ-21-0905
50. Nandhakumar V., Pakshirajan B., Chopra A., Anandan H., Janakiraman E., Uthayakumaran K. et al. Safety and feasibility of intravascular ultrasound guided zero-contrast percutaneous coronary intervention – a prospective study. *Int. J. Cardiol.* 2022; 353: 22–28. DOI: 10.1016/j.ijcard.2022.01.034
51. Sreenivasan J., Reddy R.K., Jamil Y., Malik A., Chamie D., Howard J.P. et al. Intravascular imaging-guided versus angiography-guided percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J. Am. Heart Assoc.* 2024; 13 (2): e031111. DOI: 10.1161/JAHA.123.031111
52. Khan S.U., Agarwal S., Arshad H.B., Akbar U.A., Mamas M.A., Arora S. et al. Intravascular imaging guided versus coronary angiography guided percutaneous coronary intervention: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2023; 383: e077848. DOI: 10.1136/bmj-2023-077848
53. Kuno T., Kiyohara Y., Maehara A., Ueyama H.A., Kampaktsis P.N., Takagi H. et al. Comparison of intravascular imaging, functional, or angiographically guided coronary intervention. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 82 (23): 2167–2176. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.09.823
54. Stone G.W., Christiansen E.H., Ali Z.A., Andreasen L.N., Maehara A., Ahmad Y. et al. Intravascular imaging-guided coronary drug-eluting stent implantation: an updated network meta-analysis. *Lancet.* 2024; 403 (10429): 824–837. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02454-6

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.132.2-005.8-089.189.5-06

Отдаленные результаты стентирования коронарных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвука у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST

В.А. Соловьев¹✉, В.Н. Ардеев¹, О.Е. Зауралов¹, Ю.Ю. Гарин¹, В.В. Миронов²,
И.М. Ибрагимов¹, М.А. Белков¹, И.Р. Кирпичников¹, О.Е. Латкин¹, Д.В. Газизов¹

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

² 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, заведующий отделением, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2723-0511

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

Гарин Юрий Юрьевич, канд. мед. наук, 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

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

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

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

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

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

Резюме

Цель исследования – сравнить долгосрочные результаты стентирования коронарных артерий у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (ИМнST), в двух группах: первая группа пациентов – чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ), выполненные под контролем внутрисосудистого ультразвука (ВСУЗИ), вторая группа – стентирования, сопровождаемые только ангиографическим контролем.

Материал и методы. Проведенное ретроспективное исследование основано на результатах эндоваскулярного лечения пациентов с острым ИМнST, прооперированных в период с июня 2022 г. по январь 2024 г. во Всеволожской КМБ. Всего в выборку попал 431 пациент. Из них 161 пациент прошел процедуру стентирования коронарных артерий под контролем ВСУЗИ, в то время как у 270 больных ЧКВ выполнялось исключительно под ангиографическим контролем. Пациенты, включенные в анализ, имели ЭКГ-критерии элевации сегмента ST в сочетании с длительной (более 20 мин) ангинозной болью, а также ангиографически подтвержденное поражение по шкале TTG (thrombus grade score) ≥ 3 . Отдаленные результаты оценивались на основании показателя смерти от всех причин в течение 1 года.

Статистическая обработка данных выполнена с использованием SPSS Statistics 23.0. Качественные переменные оценивались с использованием точного теста Фишера, количественные переменные – с помощью U-теста Манна–Уитни. Результаты количественных показателей представлены в виде средних значений с 95% доверительным интервалом, включая нижнюю и верхнюю границы для исследуемых данных. В качестве критерия для оценки статистической значимости различий между анализируемыми параметрами использовался уровень значимости $p < 0,05$. Данные об отдаленных результатах для обследуемых групп отображены с помощью кривой Каплана–Мейера.

Результаты. В группе пациентов, перенесших острый ИМнST и прооперированных под контролем внутрисосудистого ультразвука, наблюдалось увеличение показателя кумулятивной вероятности дожития в течение

1 года ($p=0,019$) по сравнению с пациентами, которым стентирование коронарных артерий было выполнено исключительно под контролем ангиографии.

Заключение. В ходе исследования оценены отдалённые результаты стентирования коронарных артерий у пациентов с острым ИМнСТ под контролем ангиографии и внутрисосудистой визуализации. Доказана взаимосвязь применения ВСУЗИ и увеличения кумулятивной вероятности дожития в течение 1 года в исследуемой когорте пациентов, различие между группами к концу первого года составило 7,7% ($p=0,019$).

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., Гарин Ю.Ю., Миронов В.В., Ибрагимов И.М., Белков М.А., Кирпичников И.Р., Латкин О.Е., Газизов Д.В. Отдаленные результаты стентирования коронарных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвука у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 116–122. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-116-122

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.01.2025
Принята к печати 27.02.2025

Immediate results of coronary artery stenting with intravascular ultrasound in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction

V.A. Solovev¹✉, V.N. Ardeev¹, O.E. Zauralov¹, Yu.Yu. Garin¹, V.V. Mironov², I.M. Ibragimov¹, M.A. Belkov¹, I.R. Kirpichnikov¹, O.E. Latkin¹, D.V. Gazizov¹

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

² Gatchina Clinical Interdistrict Hospital, St. Petersburg, Russian Federation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Abstract

Objective. To compare long-term results of coronary artery stenting in patients who had acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in two groups: the first group of patients – percutaneous coronary arteries (PCI) performed under intravascular ultrasound (IVUS) control, the second group – stenting accompanied only by angiographic control.

Material and methods. The conducted retrospective study is based on the results of endovascular treatment of patients with acute STEMI, operated on in the period from June 2022 to January 2024 at the Vsevolozhsk Clinical Interdistrict Hospital. A total of 431 patients were included in the sample. Of these, 161 patients underwent coronary artery stenting under IVUS control, while in 270 patients, PCI was performed exclusively under angiographic control. Patients included in the analysis had ECG criteria for ST segment elevation in combination with prolonged (more than 20 minutes) anginal pain, as well as angiographically confirmed lesion according to the TTG (thrombus grade score) scale ≥ 3 . Remote results were assessed based on the rate of death from all causes within 1 year.

Statistical data processing was performed using SPSS Statistics 23.0. Qualitative variables were assessed using Fisher's exact test, quantitative variables – using the Mann–Whitney U test. The results of quantitative indicators are presented as mean values with a 95% confidence interval, including the lower and upper limits for the data under study. The significance level $p < 0.05$ was used as a criterion for assessing the statistical significance of differences between the analyzed parameters. Data on remote results for the examined groups are displayed using the Kaplan–Meier curve.

Results. In the group of patients who had acute STEMI and underwent surgery under the control of intravascular ultrasound, an increase in the cumulative probability of survival at 1 year was observed ($p=0.019$) compared with patients who underwent coronary artery stenting solely under the control of angiography.

Conclusions. The study assessed the long-term results of coronary artery stenting in patients with acute STEMI under the control of angiography and intravascular imaging. A relationship was demonstrated between the use of IVUS and an increase in the cumulative probability of survival within 1 year in the studied cohort of patients; the difference between the groups by the end of the first year was 7.7% ($p=0.019$).

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., Garin Yu.Yu., Mironov V.V., Ibragimov I.M., Belkov M.A., Kirpichnikov I.R., Latkin O.E., Gazizov D.V. Immediate results of coronary artery stenting with intravascular ultrasound in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 116–122. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-116-122

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

Received January 23, 2025

Accepted February 27, 2025

Введение

С каждым годом накапливается всё больше информации о том, как применение внутрисосудистой визуализации влияет на улучшение результатов чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST). На сегодняшний день существует большое количество работ, отражающих вклад внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) в снижение показателя госпитальной летальности в группе пациентов с острым ИМпST [1–4]. Улучшение данного показателя в группе ВСУЗИ-контроля ЧКВ, по мнению ряда авторов, обусловлено снижением частоты ранних тромбозов стента в группе ВСУЗИ по сравнению с группой ангиографического контроля, в которой стент значимо чаще оказывается неоптимально раскрыт, что, в свою очередь, связано с повышенным риском его раннего тромбоза [4, 5]. На основании показателей госпитальной летальности в приведенных исследованиях закономерной представляется тенденция к улучшению и отдаленных результатов ЧКВ при использовании методов внутрисосудистой визуализации у пациентов с острым ИМпST. В ряде зарубежных исследований уже продемонстрировано улучшение показателя отдаленной смертности в группе ВСУЗИ-контроля ЧКВ у пациентов с острым ИМпST в течение трехлетнего периода наблюдения [6–8]. Улучшение показателей в группе ВСУЗИ в отдаленном периоде может быть обусловлено снижением частоты повторных инфарктов миокарда и реваскуляризаций в целевом сосуде в связи с лучшей аппозицией краёв стента и достижением критериев его оптимального раскрытия. На сегодняшний день, несмотря на большую доказательную базу об улучшении непосредственных результатов ЧКВ под контролем ВСУЗИ в группе пациентов с острым ИМпST, вопрос о снижении отдаленной смертности в данной группе выглядит закономерным, но освещён не в полной мере.

Целью настоящего исследования стало сравнение отдаленных результатов ЧКВ у пациентов с острым ИМпST в группах ВСУЗИ и ангиографического контроля ЧКВ.

Материал и методы

Проведенное ретроспективное исследование основано на результатах эндоваскулярного лечения пациентов с острым ИМпST, прооперированных в период с июня 2022 г. по январь 2024 г. во Всеволожской КМБ. Всего в исследование вошел 431 пациент, из которых у 161 ЧКВ было выполнено в индексную процедуру под контролем ВСУЗИ, а у 270 пациентов ЧКВ проводилось исключительно под ангиографическим контролем, также в индексную процедуру. Пациенты, включенные в анализ, имели ЭКГ-критерии элевации сегмента ST в сочетании с длительной (более 20 мин) ангинозной болью, а также ангиографически подтвержденное поражение по шкале TTG (thrombus grade score) ≥ 3 . В исследование не вошли пациенты с кардиогенным шоком ввиду очевидного ухудшения показателя смертности. Все пациенты получали медикаментозную терапию в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями на момент проведения ЧКВ. Отдаленные результаты оценивались на основании показателя кумулятивной вероятности дожития в течение 1 года.

Обязательным условием для группы внутрисосудистой визуализации было выполнение протяжки датчика ВСУЗИ как до, так и после имплантации стента. Среднее количество протяжек составило $3,6 \pm 1,5$. Критерии оптимального раскрытия стента в проведенном исследовании не отличались от критериев, установленных экспертным Европейским консенсусом по использованию интракоронарной визуализации: отношение минимальной площади раскрытия стента к дистальному референсному значению более 90%, к среднему – более 80%, аппозиция краёв стента в относительно здоровый участок артерии (площадь бляшки менее 50%), отсутствие боль-

шой диссекции (угол менее 60°, протяженность менее 2 мм), мальаппозиции (менее 0,4 мм по окружности и 1 мм по протяженности) и значимой протрузии атеротромботических масс через страты стента [9]. В процессе ЧКВ применялись ВСУЗИ-датчики с диапазоном частот от 20 до 60 МГц. Так, в 29,8% случаев применялись цифровые 20 МГц датчики (Eagle Eye Platinum Short Tip, Philips, Нидерланды), в 50,3% – механические 40 МГц (OptiCross, Boston Scientific, США), в 19,8% – механические 60 МГц (OptiCross HD, Boston Scientific, США).

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием SPSS Statistics 23.0. Качественные переменные оценивались с использованием точного теста Фишера, тогда как для количественных переменных применялся бутстреп-метод теста Стьюдента, предназначенный для независимых выборок. Результаты количественных показателей представлены в виде средних значений с 95% доверительным интервалом, включая нижнюю и верхнюю границы для анализируемых данных. В качестве критерия для оценки статистической значимости различий между анализируемыми параметрами использовался уровень значимости $p < 0,05$. Данные об отдаленных результатах, представляемые в виде кумулятивного риска (вероятность летального исхода в течение года), для обследуемых групп отображены с помощью кривой Каплана–Мейера. Для сравнения двух кривых выживаемости использовался логранговый критерий (Mantel–Cox test).

Результаты

В проведенном исследовании был выполнен анализ клинико-функциональных характеристик, лабораторных данных и интраопераци-

онных характеристик в исследуемых группах (см. таблицу).

Средний возраст в группе ВСУЗИ составил 60 [58; 62] лет, в группе ангиографии – 63 [62; 65] года ($p = 0,009$). В каждой группе в процентном отношении 72% исследуемых были мужского пола ($p < 0,001$). У 26,1% ($n = 42$) пациентов в группе ВСУЗИ и у 23,7% ($n = 64$) группы ангиографии в анамнезе был сахарный диабет II типа ($p = 0,329$).

Тромболизис на догоспитальном этапе в группе ВСУЗИ был выполнен в 33,5% случаев ($n = 54$), в группе ангиографического контроля ЧКВ – в 34,1% ($n = 92$) ($p = 0,91$). При этом в группе ВСУЗИ уровень высокочувствительного тропонина I был несколько выше – 6,4 [3,7–9,1] нг/мл относительно группы ангиографии – 5,5 [3,7–7,2] нг/мл ($p = 0,239$). Среднее значение медианы показателя «симптом-баллон» в группе ВСУЗИ составило 329 [292; 365] мин, а в группе ангиографии – 330 [307; 352] мин ($p = 0,527$).

Кровоток TIMI до ЧКВ в группе внутрисосудистой визуализации определялся следующим образом: 0 – 39,8%, I – 6,2%, II – 23%, III – 31%. В качестве зоны стентирования ствол левой коронарной артерии (ЛКА)-передняя межжелудочковая артерия (ПМЖА) были представлены в 14,9% ($n = 24$) случаев, ПМЖА – в 61,5% ($n = 99$), правая коронарная артерия (ПКА) – в 19,3% ($n = 31$), огибающая артерия (ОА) – в 4,3% ($n = 7$).

Кровоток TIMI до ЧКВ в группе ангиографического контроля был представлен следующим образом: 0 – 49,6%, I – 2,2%, II – 13,7%, III – 34,5%. В качестве зоны стентирования ствол ЛКА-ПМЖА были представлены в 2,2% ($n = 6$) случаев, ПМЖА – в 27,4% ($n = 74$), ПКА – в 52,2% ($n = 141$), ОА – в 18,2% ($n = 49$).

Характеристика пациентов исследуемых групп

Оцениваемый показатель	Группа внутрисосудистой визуализации ($n = 161$)	Группа ангиографического контроля ($n = 270$)	P
Возраст, лет	60 [58; 62]	63 [62; 65]	0,009
Мужской пол, n (%)	116 (72)	195 (72,2)	<0,001
Индекс массы тела, кг/м ²	28,4 [27,8–29,1]	28,4 [27,8–29,1]	0,546
Сахарный диабет II типа, n (%)	42 (26,1)	64 (23,7)	0,329
Уровень высокочувствительного тропонина I, нг/мл	6,4 [3,7–9,1]	5,5 [3,7–7,2]	0,239
Тромболизис на догоспитальном этапе, n (%)	54 (33,5)	92 (34,1)	0,91
«Симптом-баллон», мин	329 [292; 365]	330 [307; 352]	0,527
Количество пораженных коронарных сосудов	2 [1; 2]	2 [1; 2]	>0,001

Стоит отметить, что в обеих группах медианное значение количества пораженных коронарных артерий было сопоставимо ($p > 0,001$), а среднее значение составило 2 [1; 2]. При этом в обеих группах кровотока TIMI до ЧКВ характеризовался преимущественно отсутствием кровотока по целевой артерии – TIMI 0 (39,8 и 49,6% соответственно). В группе ВСУЗИ преимущественная локализация поражения была представлена передней межжелудочковой артерией (61,5%), в группе ангиографического контроля ЧКВ – правой коронарной артерией (52,2%).

По большинству исследуемых параметров группы статистически не различались либо имели тенденцию к статистически незначимым различиям.

Оценка долгосрочных результатов проводилась на основе данных о кумулятивной вероятности дожития в течение 1 года в исследуемых группах (см. рисунок). Критерием больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий являлась смерть от всех причин в течение периода наблюдения.

Согласно проведенному исследованию, вероятность дожития до конца периода наблюдения была значительно выше в группе ВСУЗИ (логранговый критерий, $p = 0,019$). Так, среднее время дожития в группе ВСУЗИ со-

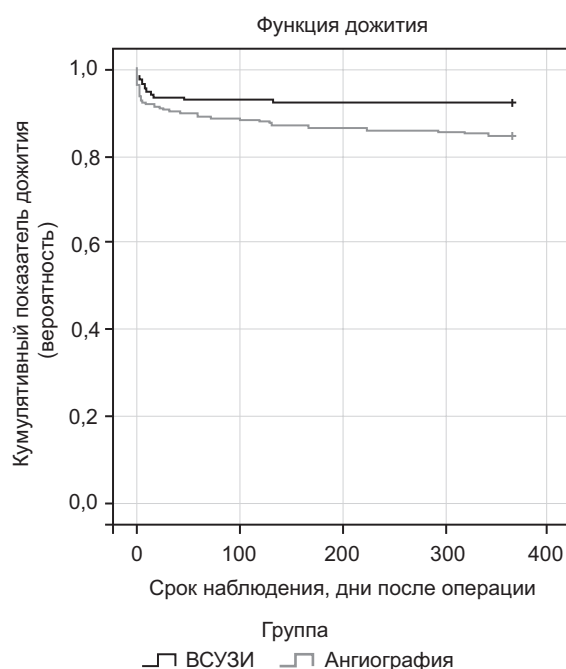
ставляло 338 [324–352] дней, тогда как в группе ангиографии – 318 [304–332] дней. При этом наиболее значимые различия между группами определялись уже к концу первых месяцев наблюдения. Так, к концу 2-го месяца различия составили 5%, а к концу 1-го года наблюдения – 7,7%. Всего в течение 1 года в группе ВСУЗИ от всех причин умерли 7,5% ($n = 12$) пациентов, в группе ангиографии – 15,2% ($n = 41$). Таким образом, в 1-й группе пациентов с острым ИМпСТ, прооперированных под контролем ВСУЗИ, спустя 1 год остались живы 92,5% больных, в группе ангиографического контроля – 84,8% пациентов.

Обсуждение

В проведенном исследовании продемонстрирована статистическая связь между применением ВСУЗИ и улучшением долгосрочных результатов, что выражалось в улучшении показателя кумулятивной вероятности дожития в течение 1 года у пациентов с острым ИМпСТ.

Вышеописанный результат, по нашему мнению, связан с большей частотой достижения оптимальных критериев раскрытия стента в группе ВСУЗИ, а также более объективной оценкой данных параметров при использовании внутрисосудистого ультразвука. Правильная оценка и интерпретация морфологического субстрата поражения дает представление о возможности подготовки целевого сегмента артерии перед имплантацией стента. Также на основании оценки морфологии поражения и критериев оптимального раскрытия стента ВСУЗИ позволяет определить возможность и необходимость дополнительной оптимизации стента в индексную процедуру и тем самым повлиять на снижение частоты ранних послеоперационных тромбозов стента [2, 10].

Помимо неоптимально раскрытого стента повлиять на снижение летальности становится возможно благодаря своевременному обнаружению диссекций, требующих коррекции, а также протрузий атеротромботических масс при использовании ВСУЗИ [11, 12]. Значимость коррекции протрузий у пациентов с острым коронарным синдромом подчеркивает и G.S. Mintz в одной из своих ключевых работ (2022 г.), посвященной оценке вклада внутрисосудистой визуализации в отдаленные результаты ЧКВ [10]. Так, согласно G.S. Mintz, протрузия тканей не требует коррекции у пациентов со стабильной ишемической болезнью



Кривые Каплана–Мейера для исследуемых групп: ЧКВ под контролем внутрисосудистой визуализации и ЧКВ под ангиографическим контролем

сердца, при этом дополнительное воздействие следует выполнять при уменьшении эффективной площади просвета или при остром коронарном синдроме. Кроме того, вероятность раннего тромбоза стента может быть обусловлена наличием большой краевой диссекции. Такие диссекции обычно характеризуются своей глубиной (как минимум с вовлечением медиального слоя), их латеральным распространением ($>60^\circ$), а также длиной (>2 мм). Повысить точность выявляемости данных осложнений и, соответственно, повлиять на частоту ранних тромбозов стента возможно благодаря применению дополнительных методов внутрисосудистой визуализации – ВСУЗИ и оптической когерентной томографии.

Кроме того, характер и объем поражения, определяемый по данным ВСУЗИ, может указать на интраоперационные риски развития по-*re*-flow, ассоциированного с более неблагоприятными отдаленными результатами [13]. На сегодняшний день известно о существующей корреляции между частотой его возникновения и большими объемами морфологического субстрата (липидный индекс, объем атеромы, объем липидного компонента + тромб) в целевом поражении [14–17]. Оценка различных компонентов в атеротромботическом субстрате представляется возможной благодаря использованию методов внутрисосудистой визуализации.

Таким образом, применение внутрисосудистой визуализации даёт большое количество новой необходимой информации, не доступной при ангиографическом контроле ЧКВ. Использование ВСУЗИ у пациентов с острым ИМпСТ определяет интраоперационную тактику и позволяет оптимально имплантировать и раскрыть стент, тем самым улучшая непосредственные и отдаленные результаты ЧКВ в данной группе пациентов.

Заключение

Применение ВСУЗИ во время стентирования коронарных артерий является эффективным инструментом, способствующим улучшению долгосрочных результатов ЧКВ у пациентов с острым ИМпСТ. В ходе проведенного исследования были оценены отдаленные результаты стентирования коронарных артерий у пациентов с острым ИМпСТ под контролем ангиографии и внутрисосудистой визуализации. Доказана взаимосвязь применения ВСУЗИ

и увеличения кумулятивной вероятности дожития в течение 1 года в исследуемой когорте пациентов. Различия между сравниваемыми группами определялись к концу первого года наблюдения и составили 7,7% ($p=0,019$).

Литература/References

1. 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
2. Park D.Y., Vemmou E., An S., Nikolakopoulos I., Regan C.J., Cambi B.C. et al. Trends and impact of intravascular ultrasound and optical coherence tomography on percutaneous coronary intervention for myocardial infarction. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2023; 45: 101186. DOI: 10.1016/j.ijcha.2023.101186
3. 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
4. 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
5. Singh K., Rashid M.K., So D.Y., Glover Ch.A., Froeschl M., Hibbert B. et al. Incidence, predictors, and clinical outcomes of early stent thrombosis in acute myocardial infarction patients treated with primary percutaneous coronary angioplasty (insights from the University of Ottawa Heart Institute STEMI registry). *Catheteriz. Cardiovasc. Interv.* 2018; 91 (5): 842–848. DOI: 10.1002/CCD.27215
6. 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
7. Kim Y., Bae S., Johnson T.W., Son N.H., Sim D.S., Hong Y.J. et al. KAMIR-NIH (Korea Acute Myocardial Infarction Registry-National Institutes of Health) Investigators [Link]. Role of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in optimizing outcomes in acute myocardial infarction. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (5): e023481.
8. Roh J.W., Bae S., Johnson T.W., Heo S.J., Kim Y., Cho D.K. et al. KAMIR-NIH Investigators. Impact of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction and chronic kidney disease. *Circ J.* 2023; 87 (10): 1339–1346. DOI: 10.1253/circj.CJ-23-0189
9. 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.
10. 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
 11. Jegere S., Narbutė I., Erglis A. Use of intravascular imaging in managing coronary artery disease. *World J. Cardiol.* 2014; 6 (6): 393–404. DOI: 10.4330/wjc.v6.i6.393
 12. Maehara A., Mintz G.S., Weissman N.J. Advances in intravascular imaging. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2009; 2 (5): 482–490. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.868398
 13. Caiazzo G., Musci R.L., Frediani L., Umińska J., Wanha W., Filipiak K.J. et al. State of the art: no-reflow phenomenon. *Cardiol. Clin.* 2020; 38 (4): 563–573. DOI: 10.1016/j.ccl.2020.07.001
 14. Soeda T., Higuma T., Abe N., Yamada M., Yokoyama H., Shibutani Sh. et al. Morphological predictors for no reflow phenomenon after primary percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction caused by plaque rupture. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imag.* 2017; 18 (1): 103–110.
 15. Zhang B.-Ch., Wang Ch., Zhou Z.-W., Ma Y.-F., Li W.-H., Li D. Coronary plaque characteristics affect no-reflow during primary percutaneous coronary intervention: a pooled analysis of 14 observational studies using intravascular ultrasound. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2015; 16 (3): 200–213. DOI: 10.3909/RICM0780
 16. Katayama Y., Taruya A., Kashiwagi M., Ozaki Y., Shiono Y., Tanimoto T. et al. No-reflow phenomenon and in vivo cholesterol crystals combined with lipid core in acute myocardial infarction. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2022; 38: 100953. DOI: 10.1016/j.ijcha.2022.100953
 17. Reddy S., Rao K.R., Kashyap J.R., Kadiyala V., Reddy H., Malhotra S. et al. Impact of plaque burden and composition on coronary slow flow in ST-segment elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention: intravascular ultrasound and virtual histology analysis. *Acta Cardiol.* 2021; 76 (6): 650–660. DOI: 10.1080/00015385.2020.1767842

Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.132.2-007.271-089

Лечение рецидивирующего in-stent рестеноза в правой коронарной артерии при помощи ротационной атерэктомии*А.Н. Пахолков*✉, *А.Н. Федорченко, В.А. Порханов*

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

✉ **Пахолков Андрей Николаевич**, эндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-3042-0992, e-mail: andrei_298@mail.ru**Федорченко Алексей Николаевич**, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-5589-2040**Порханов Владимир Алексеевич**, д-р мед. наук, академик РАН, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0003-0572-1395**Резюме**

Появление стентов с лекарственным покрытием значительно повысило эффективность и безопасность чрескожных коронарных вмешательств, однако частота рестеноза внутри стента и последующая необходимость повторной реваскуляризации по-прежнему составляет 1–2% в год. Недостаточное раскрытие стента является значимым фактором риска рестеноза и тромбоза, а кальцинированные поражения служат предиктором более высокой частоты их развития. Применение ротационной атерэктомии в сочетании с внутрисосудистой визуализацией при лечении регидных рестенозов недораскрытых стентов показало свою эффективность и безопасность. Независимо от эффективности, данная процедура связана с рисками возникновения синдромов slow-reflow и no-reflow, а также диссекции и дистальной эмболии металлической стружкой стента. В статье представлен случай с регидным рестенозом правой коронарной артерии с двойным нахлестом стентов после многочисленных неудачных баллонных ангиопластик. Ротационная атерэктомия выполнялась под контролем внутрисосудистой визуализации, с удалением части стента и кальцинированной ткани, что позволило подготовить поражение для имплантации нового стента и восстановить просвет артерии.

Ключевые слова: in-stent рестеноз, ротационная атерэктомия, внутрисосудистое ультразвуковое исследование

Для цитирования: Пахолков А.Н., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Лечение рецидивирующего in-stent рестеноза в правой коронарной артерии при помощи ротационной атерэктомии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 123–131. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-123-131

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 28.01.2025
Принята к печати 05.03.2025

Endovascular treatment of the patent ductus arteriosus*А.Н. Pakholkov*✉, *А.Н. Fedorchenko, V.A. Porkhanov*

Research Institute – Regional Clinic Hospital No. 1 named after Professor S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

✉ **Andrey N. Pakholkov**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3042-0992, e-mail: andrei_298@mail.ru**Aleksey N. Fedorchenko**, Dr. Med. Sci., Head of X-Ray Surgery Department; orcid.org/0000-0001-5589-2040**Vladimir A. Porkhanov**, Dr. Med. Sci., Academician of RAS, Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0003-0572-1395**Abstract**

The appearance of drug-coated stents has significantly increased the effectiveness and safety of percutaneous coronary interventions, however, the frequency of restenosis inside the stent and the subsequent need for repeated revascularization is still 1–2% per year. Insufficient stent opening is a significant risk factor for restenosis and thrombosis, and calcified lesions are a predictor of a higher incidence of their development. The use of rotational atherectomy in combination with intravascular imaging in the treatment of rigid restenoses of undiscovered stents

has shown its effectiveness and safety. Regardless of the effectiveness, this procedure is associated with the risks of slow-reflow and no-reflow syndromes, as well as dissection and distal embolism by metal chips of the stent.

In this article, we present a case of a rigid restenotic lesion of the right coronary artery with double overlap of stents, after numerous unsuccessful balloon angioplasty. Rotational atherectomy was performed under the control of intravascular imaging, with the removal of part of the stent and calcified tissue, which made it possible to prepare the lesion for implantation of a new stent and restore the lumen of the artery.

Keywords: in-stent restenosis, rotational atherectomy, intravascular ultrasound

For citation: Pakholkov A.N., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Endovascular treatment of the patent ductus arteriosus. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 123–131 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-123-131

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

Received January 28, 2025

Accepted March 5, 2025

Введение

Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) с имплантацией стента – это метод, широко применяемый с 1990-х годов для лечения обструктивных поражений коронарных артерий, вызванных атеросклеротическими бляшками (АСБ). Оптимальное лечение таких поражений имеет большое значение, поскольку недостаточное раскрытие стента, имплантированного в кальцинированные стенозы, ведет к повышенному риску рестеноза/тромбоза [1]. Сильно кальцинированные поражения требуют особого внимания, так как они часто связаны с мальпозицией стента, поскольку баллонные катетеры не способны добиться расправления страт стента в просвете сосуда с учетом неровностей, вызванных кальцификацией. Непосредственные результаты повторных вмешательств у пациентов с рестенозом в целом удовлетворительные, хотя у некоторых пациентов могут возникать рецидивы [2]. При таком анатомическом варианте отсутствие первоначального ангиографического успеха встречается крайне редко [3]. Применение ротационной атерэктомии (РА) показало свою эффективность при лечении таких поражений путем удаления части недостаточно расширенных стентов и модификации кальцинированной АСБ [4, 5].

Мы приводим клиническое наблюдение успешного лечения пациента с регидным рецидивирующим рестенозом в правой коронарной артерии (ПКА). Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) выявило наличие арки кальция 270° за пределами стента, которая приводила к рестенозу и прогрессированию ишемической болезни сердца. РА помогла удалить часть стента в месте двойно-

го нахлеста и модифицировать арку кальция, с последующей имплантацией стента, выделяющего эверолимус.

Описание случая

Пациент П., 65 лет, обратился в стационар по месту жительства в связи с ухудшением состояния на протяжении последних 2 мес, когда отметил снижение толерантности к физическим нагрузкам, появление пекущей боли в области груди продолжительностью 5–10 мин, купирующейся в покое. На коронароангиографии (КАГ): левая коронарная артерия (ЛКА) – умеренный атеросклероз, без гемодинамически значимых стенозов (рис. 1, а, б), ПКА – субокклюзия в приустьевом отделе, в месте ранее имплантированных стентов, рестенозы 80–90% в среднем отделе, дистальное русло заполняется слабо антеградно и по коллатералям из ЛКА (рис. 1, в). Из анамнеза: в 2020 г. плановая чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика (ЧТКА) ПКА с имплантацией одного стента (информация о стенте отсутствует). 20.10.2023 г. перенес инфаркт миокарда, в экстренном порядке выполнена ЧТКА ПКА с имплантацией двух стентов – Waltz 4,0 × 29 мм и Firehawk 3,5 × 18 мм. Учитывая высокую частоту возникновения рестеноза в ПКА, пациент по линии санавиации транспортирован в НИИ – ККБ № 1 г. Краснодара для ЧТКА ПКА. По данным ЭКГ: ритм синусовый, ЧСС 71 уд/мин, нормальное положение ЭОС, патологический зубец Q в III и aVF отведениях, признаки гипертрофии левого желудочка. Эхокардиография: фракция выброса (ФВ) 45%, выраженный гипокинез нижней, нижнеперегородочной области в базальных и средних сегментах, нижебоковой стенки

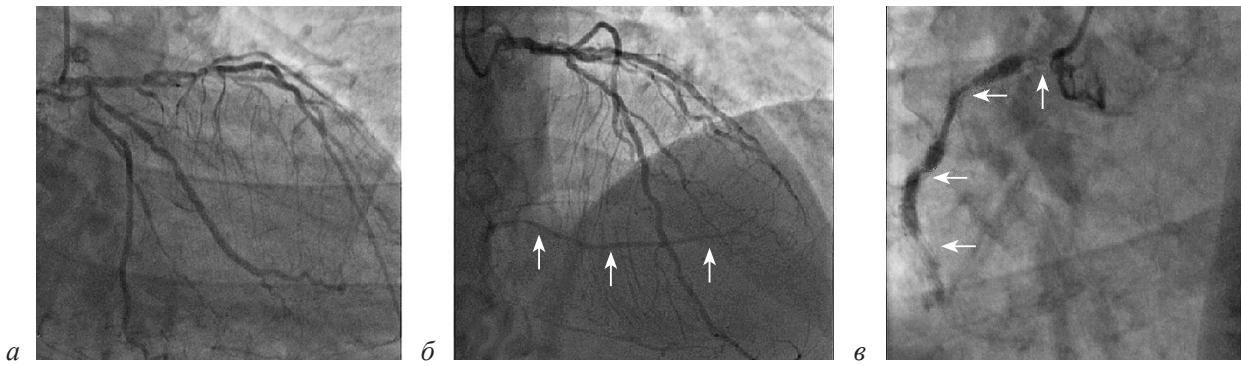


Рис. 1. Коронарография:

а – ЛКА без гемодинамически значимых стенозов; *б* – стрелками указано ретроградное заполнение ПКА; *в* – стрелками указано выраженное рестенозическое поражение ПКА

в базальном сегменте, гипокинез верхушечных сегментов ЛЖ.

На скопии обращают на себя внимание места недораскрытых стентов в проксимальном и среднем отделах ПКА (рис. 2). Для определения морфологии рестеноза первым этапом решено выполнить ВСУЗИ, перед проведением баллонной дилатации. Датчик удалось завести лишь до среднего отдела ПКА (рис. 3, *а*). При попытках продвижения датчика дистальнее проводниковый катетер дислоцировался из устья ПКА в аорту (рис. 3, *б*). По данным ВСУЗИ, на границе проксимального и среднего отделов визуализируется двойной нахлест стентов с выраженной гиперплазией интимы как между стентами, так и в просвете сосуда, с остаточным просветом $2,7 \text{ мм}^2$ (рис. 4, *а*).

В приустьевом отделе арка кальция 270° с внутренним просветом 3 мм^2 (рис. 4, *б*).

Учитывая выраженную гиперплазию интимы, арку кальция за пределами стента и отсутствие положительного долгосрочного результата от предыдущих операций, решено выполнить РА на протяжении имплантированных стентов, чтобы удалить объем неинтимы и воздействовать на АСБ за стентом (бур $1,25 \text{ мм}$, скорость 150 тыс. об/мин , 5 проходов по 30 с) (рис. 5, *а*). На ангиографии получен антеградный кровоток TIMI 3 (рис. 5, *б*). После того как основной массив неинтимы был удален, выполнена дилатация мест имплантации стентов в дистальном, среднем и проксимальном отделах некомплаенсными баллонными катетерами Quantum Maverick $3,5 \times 20 \text{ мм}$

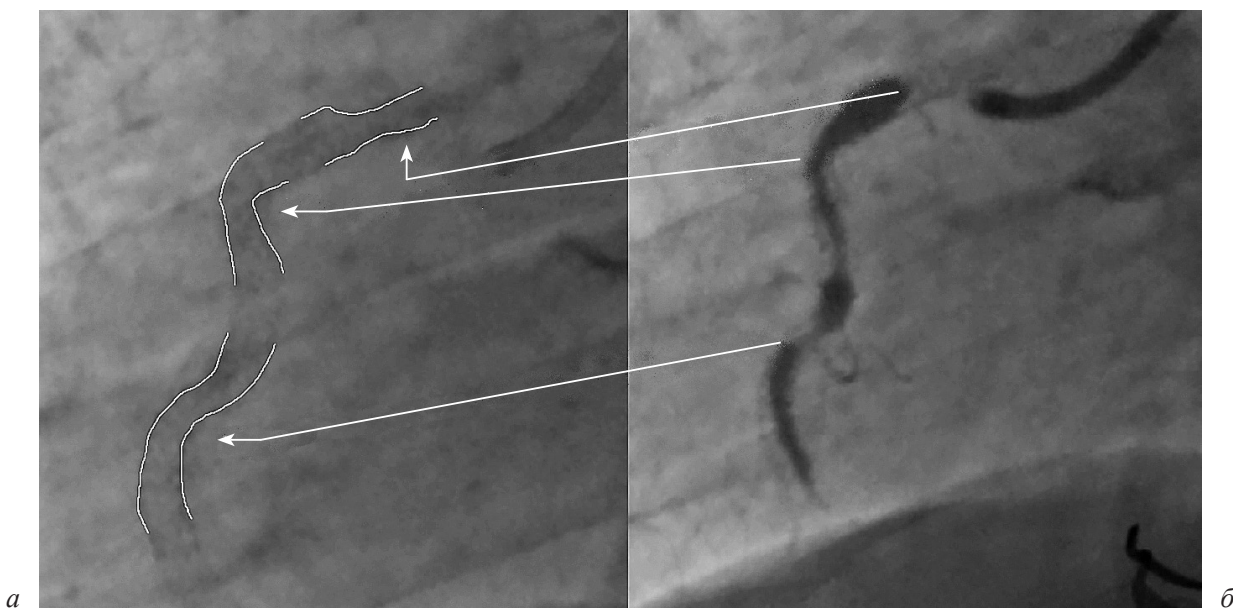


Рис. 2. Визуализация недораскрытых стентов на скопии и их соответствие с ангиографической картиной рестенозов (*а, б*)

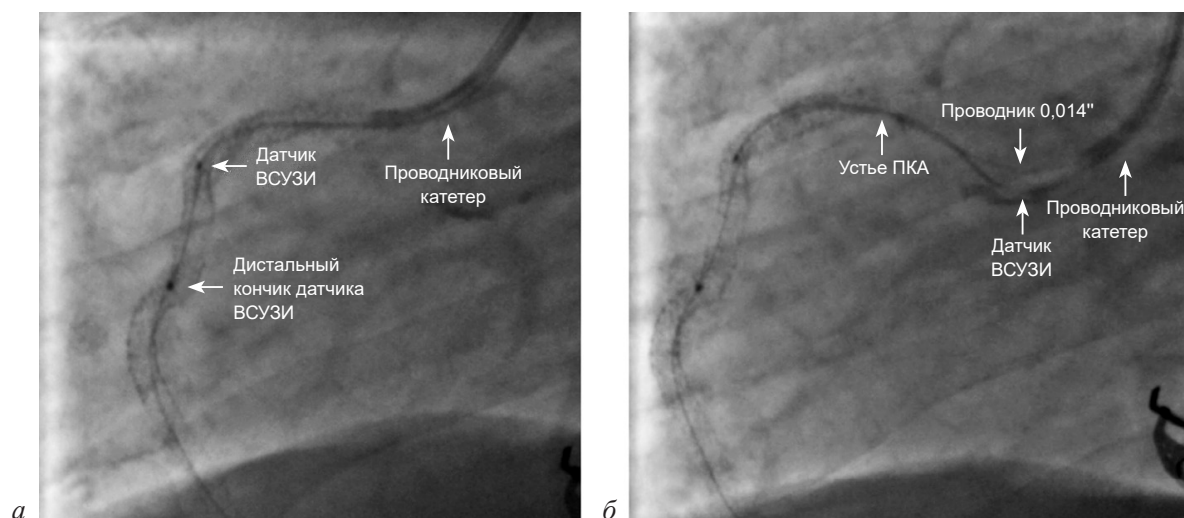


Рис. 3. Заведение датчика ВСУЗИ:

а – датчик заведен в средний отдел ПКА; *б* – дислокация проводникового катетера при попытке заведения датчика дистальнее

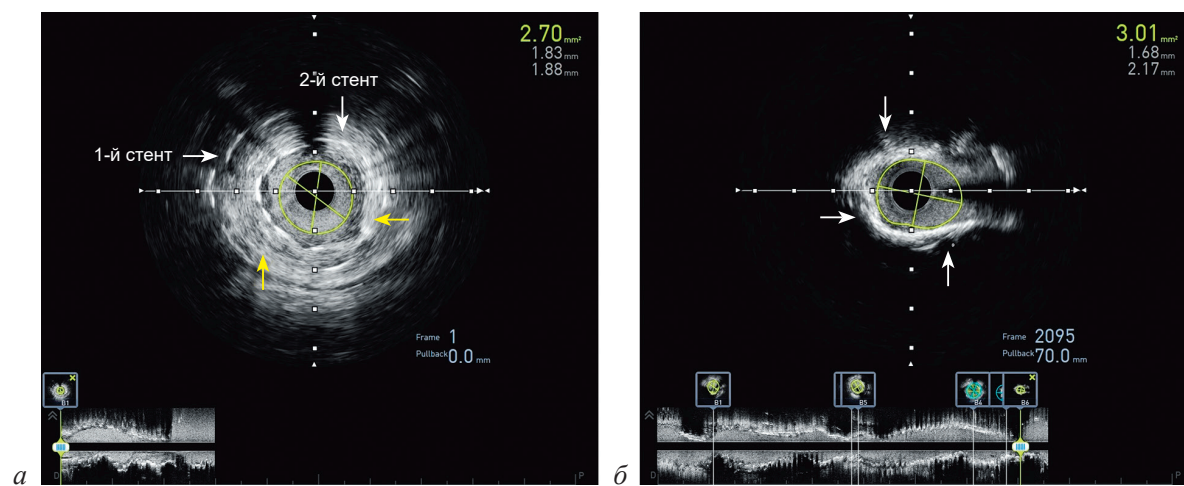
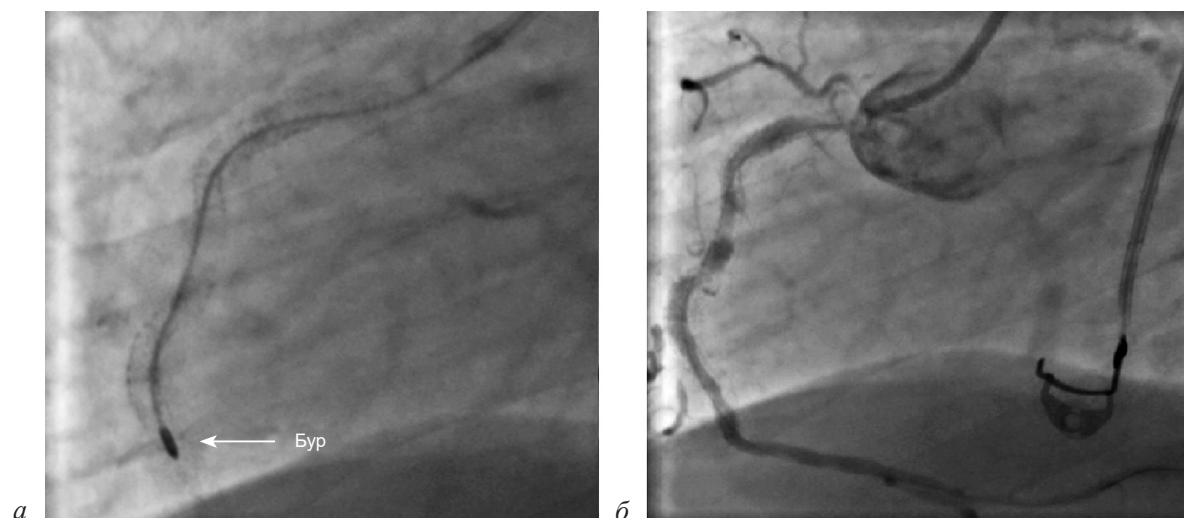


Рис. 4. ВСУЗИ:

а – срез на границе проксимального и среднего отделов ПКА, белые стрелки указывают на страты стента, желтые – на гиперплазированную неоинтиму; *б* – срез приустьевых отделов ПКА, белыми стрелками обозначен кальций

Рис. 5. Ротационная атерэктомия мест имплантации стентов (*а*), восстановление антеградного кровотока по ПКА (*б*)

и Quantum Maverick $4,0 \times 20$ мм под давлением 20–24 атм. (рис. 6, а, б, в, г). На баллонном катетере в приустьевом отделе сохранялась перетяжка (рис. 6, г). На ангиографии определяется остаточный стеноз 60% в приустьевом отделе ПКА, устьевой стеноз 90% задней нисходящей артерии (ЗНА) и протяженный стеноз 70–80% в проксимальном отделе левой желудочковой вены (ЛЖВ) (рис. 6, д); выполнено ВСУЗИ мест имплантации стентов (рис. 6, е). По данным ВСУЗИ: оптимальное раскрытие стентов в месте дилатации дистального, сред-

него и проксимального отделов ПКА с площадью просвета более $8,5 \text{ мм}^2$, но в приустьевом отделе сохраняется арка кальция с просветом 3 мм^2 (рис. 7).

Было принято решение выполнить таргетную РА арки кальция в приустьевом отделе ПКА, но чтобы снизить риски эмболических осложнений, застентировать ЛЖВ и дилатировать баллонным катетером устье ЗНА. Проведена имплантация стента Synergy $3,0 \times 28$ мм в проксимальный отдел ЛЖВ под давлением 14 атм. (рис. 8, а, б). Длительная дилата-

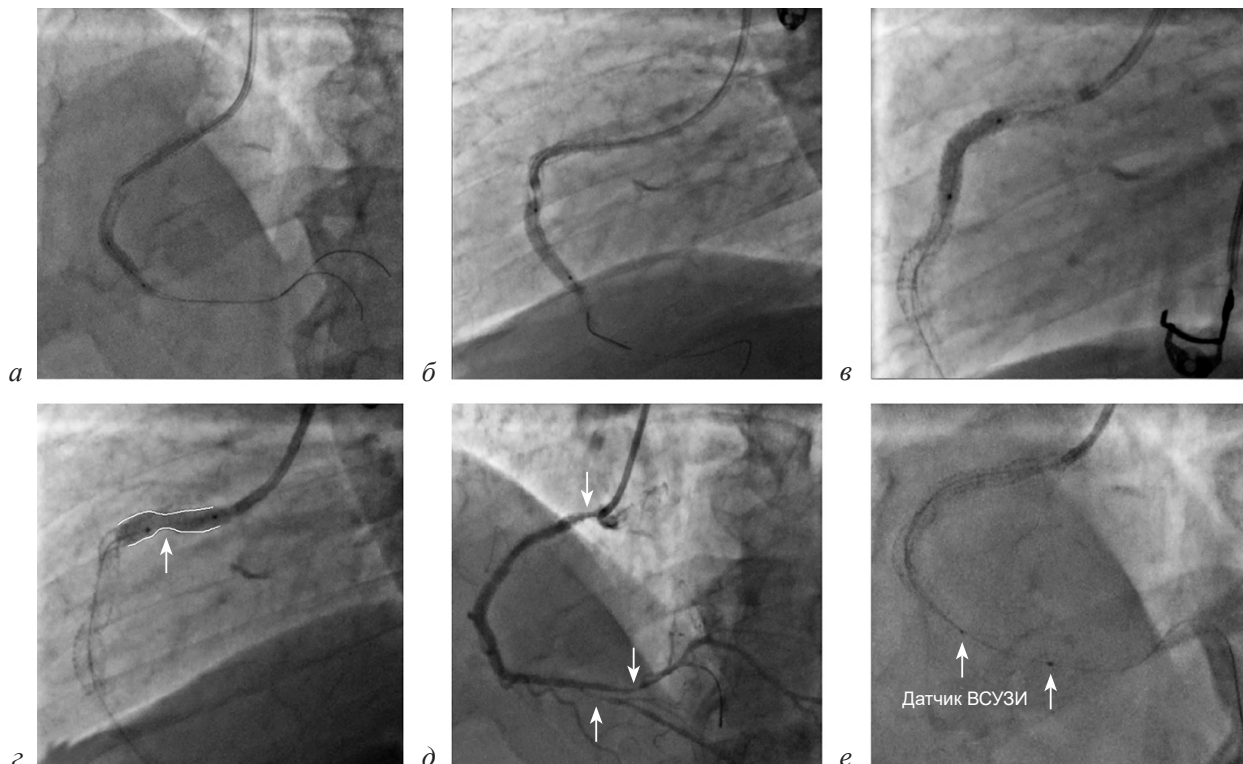


Рис. 6. Баллонная дилатация ПКА (а, б, в), перетяжка на баллонном катетере (г), остаточный стеноз в проксимальном отделе ПКА и гемодинамически значимые стенозы ЗНА и ЛЖВ (д), датчик ВСУЗИ в просвете ПКА (е)

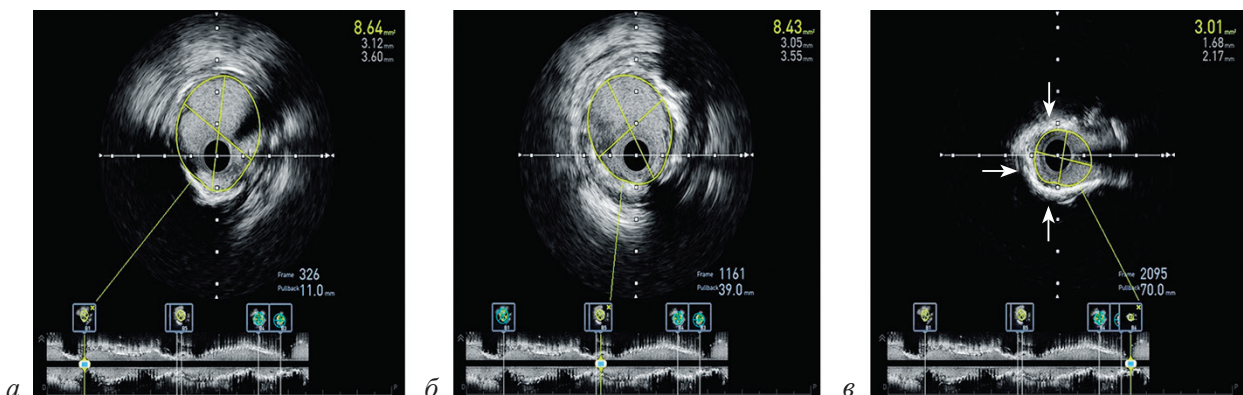


Рис. 7. ВСУЗИ:

а – срез среднего отдела; б – срез проксимального отдела; в – срез приустьевого отдела, стрелками обозначена арка кальция

ция проксимального отдела ЗНА с выходом в ПКА баллонным катетером Quantum Maverick $2,5 \times 20$ мм под давлением 10 атм. (рис. 8, в, з). Выполнена РА приустьевого отдела на протяжении 5 мм буром 1,25 мм, 5 проходов по 30 с со скоростью 140 тыс. об/мин и низкой скоростью продвижения бура (рис. 9, а). Дилатация проксимального отдела баллонным катетером Quantum Maverick $4,0 \times 20$ мм под давлением 26 атм. до устранения перетяжки (рис. 9, б). На ВСУЗИ определяется фрагментация арки кальция и увеличение просвета сосуда до 10 мм^2 с визуализацией ячеек стента по нижнему краю (рис. 9, в). Выполнена имплантация стента Synergy $4,0 \times 16$ мм под давлением 24 атм. (рис. 9, з). На контрольной ангиографии просвет артерий в местах бал-

лонной дилатации и имплантации стентов восстановлен, без признаков диссекции и дистальной эмболии (рис. 9, д, е). На контрольном ВСУЗИ визуализируется оптимальное раскрытие стентов с внутренним просветом в среднем и проксимальном отделах $7\text{--}8 \text{ мм}^2$, в приустьевом отделе – 14 мм^2 (рис. 10).

Послеоперационный период протекал без отрицательной динамики: АД 130/70 мм рт. ст., ЧСС 65 уд/мин, без отрицательной динамики по сравнению с данными предыдущих ЭКГ, ЭхоКГ: ФВ 55%, нарушение сократимости миокарда ЛЖ, гипокинез нижней стенки в базальном и среднем сегментах. Тропонин 0,03 (0,00–0,04) нг/мл. Пациент выписан на 2-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии, ангинозные боли не рецидивировали.

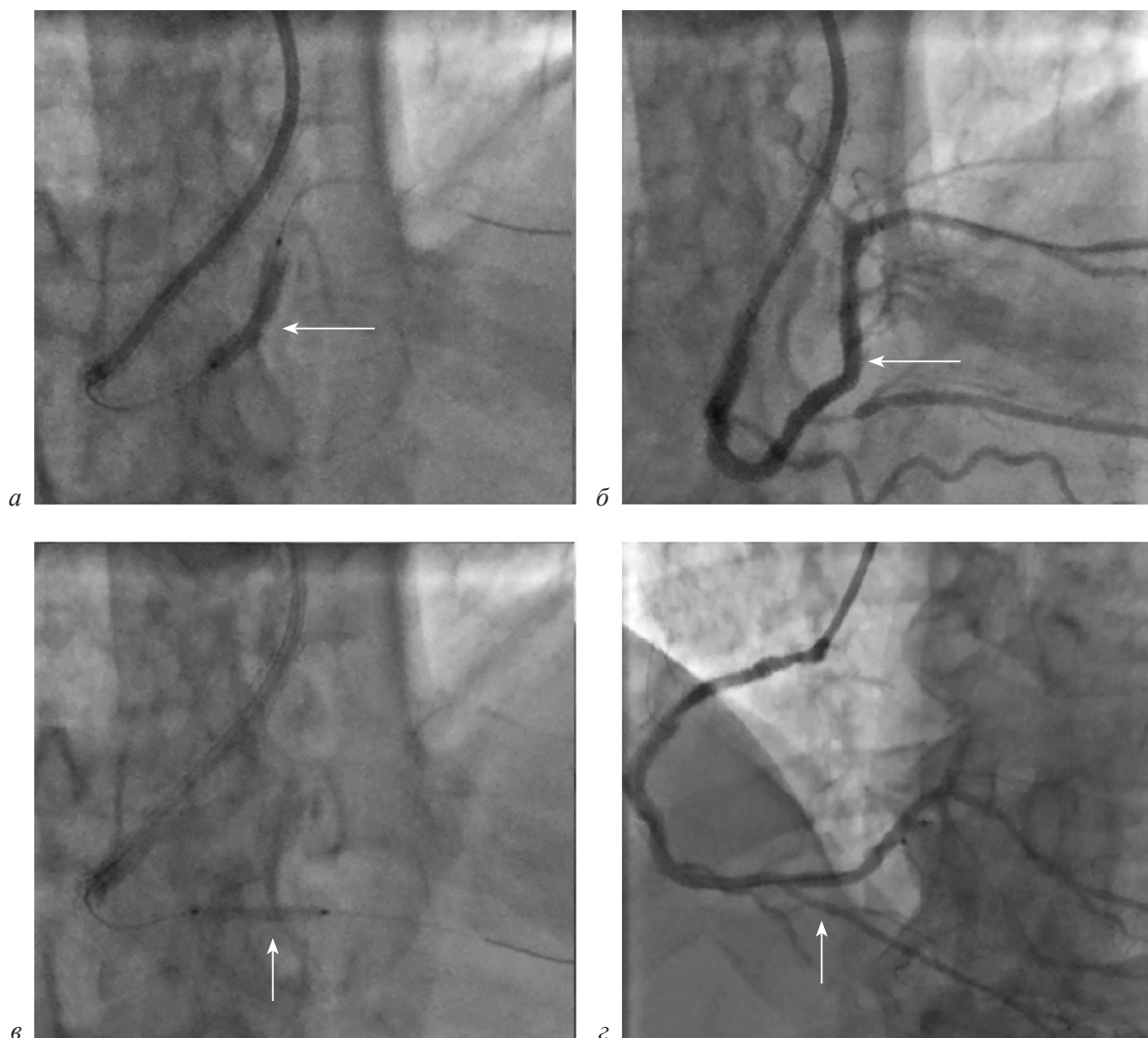


Рис. 8. ЧТКА ЛЖВ и ЗНА:

а, б – имплантация стента в проксимальный отдел ЛЖВ; в, з – баллонная дилатация устья ЗНА

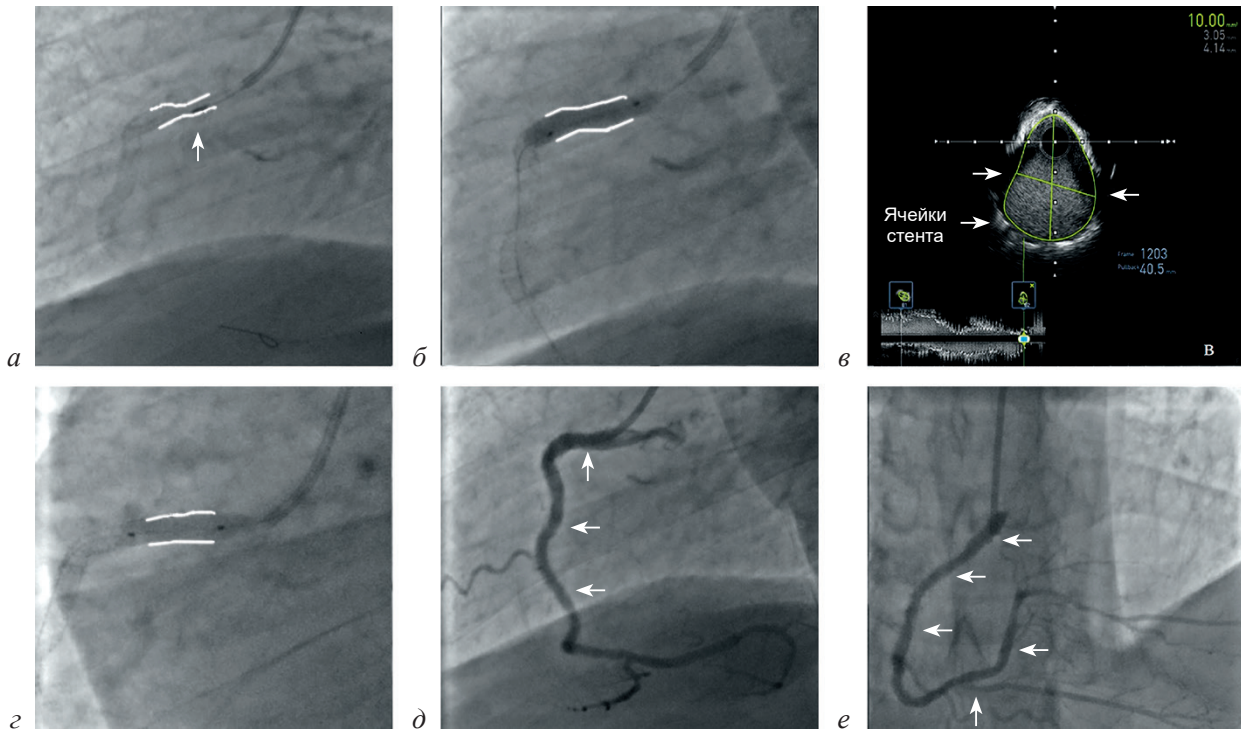


Рис. 9. Таргетная РА (а), отсутствует перетяжка на баллонном катетере (б), разрыв арки кальция (в), имплантация стента (г), контрольные результаты, стрелками указаны места ранее значимого поражения (д, е)

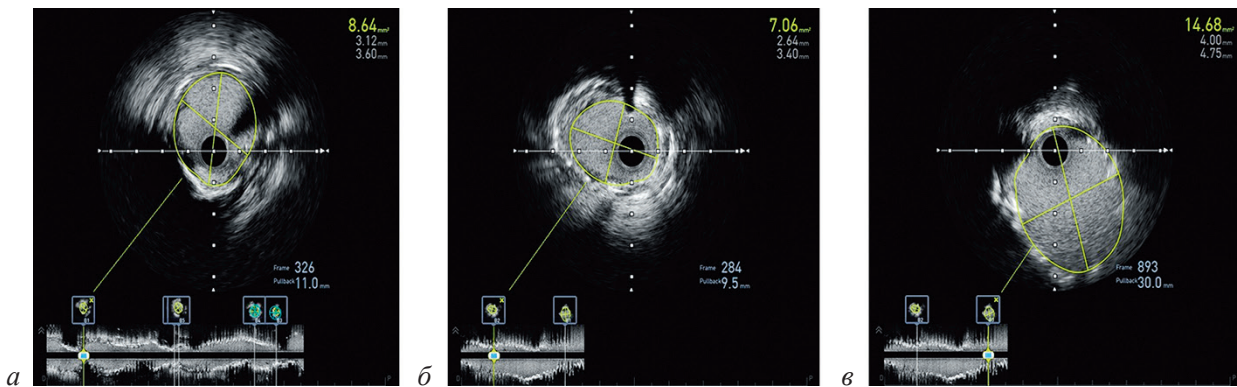


Рис. 10. Контрольное ВСУЗИ:

а – срез среднего отдела; б – срез проксимального отдела; в – срез приустьевое отдела

Обсуждение

Основными предикторами рестеноза являются анатомически сложные поражения (кальциноз КА, извитость, бифуркационные поражения) и технические аспекты, связанные с имплантацией стента [6]. Кальцинированные поражения КА тесно связаны с высокой частотой повторных вмешательств на целевом сосуде. Они могут привести к неоптимальному раскрытию стента и прилеганию страт к стенке сосуда. Следовательно, для обеспечения оптимального долгосрочного результата важно под-

готовить пораженный участок артерии, при необходимости используя дебалкинг технологии.

Применение внутрисосудистой визуализации незаменимо при лечении кальцинированных поражений коронарных артерий и мальпозиции стентов. Данные технологии дают возможность оценить морфологию поражения (кальцинированное или фиброзное), его протяженность, диаметр сосуда, обеспечивая точность при выборе стента, а также позволяют определить предикторы неблагоприятных событий, связанных с реваскуляризацией целевого сосуда [7].

Первый опыт использования РА коронарных стентов был связан с аблацией ячейки, препятствующей доступу к поджатому устью боковой ветви [8]. В 2001 г. Y. Kobayashi et al. сообщили о случае РА недостаточно раскрытого стента с ригидным рестенотическим поражением. В отличие от доступа к боковым ветвям, была выполнена продольная абляция стента с захватом гиперплазированной интимы. Повторная коронарография через 3 мес не выявила признаков рестеноза [9].

Ротационная атерэктомия способна удалять страты стента и фрагментировать кальцинированную или фиброзную ткань, расположенную под ними. Именно фрагментация кальцинированной или фиброзной ткани, окружающей нераскрывшийся стент, а не удаление страт, способствует последующему раскрытию стента [9]. Помимо фрагментации кальцинированной АСБ, окружающей недостаточно расправленный стент, дополнительным механизмом РА является выделение тепла, которое приводит к разжижению атеромы за стратами стента [10].

Исследование ROSTER показало, что РА с последующей баллонной дилатацией под низким давлением может быть полезной стратегией в лечении диффузного рестеноза в стенте. Она связана с более низкой частотой повторного использования стента и отдаленной реваскуляризации целевого сосуда. Эти наблюдения особенно актуальны в эпоху применения баллонных катетеров с лекарственным покрытием [11].

Бытует мнение, что опасно использовать РА в только что установленном стенте (бур может намотать на себя стент), но иногда применение данной технологии остается единственной опцией для раскрытия стента с выраженной ригидной перетяжкой. P.C. Ho et al. описали случай успешной РА только что установленно-го стента с выраженным сужением, с дальнейшим сравнением буров под микроскопом с ультразвуковым разрешением. Авторы выявили, что отсутствие прохождения бура было сопряжено с повреждением алмазного покрытия на его поверхности и, как следствие, его сглаживанием и отсутствием эффекта от процедуры. В то же время новый бур без особого усилия прошел через пораженный участок. В связи с этим авторы рекомендуют при отсутствии продвижения бура через место сужения вместо того чтобы усиливать давление, следует за-

менить бур на новый, с нетронутыми режущими краями, для достижения эффекта. Не следует менять размер бура, скорость вращения или какой-либо другой технический фактор [12].

Существуют технические рекомендации, выполнение которых является залогом успеха: первоначально использовать бур небольшого диаметра, при необходимости постепенно увеличивать размер бура, соблюдать соотношение диаметра бура/сосуд не $>0,6$; скорость порядка 150 тыс. об/мин; время абляции не $>20-30$ с, чтобы предотвратить термическую травму; избегать падения скорости $>20\,000$ тыс. об/мин, что может вызвать феномен no-reflow за счет высвобождения более крупных частиц [13].

Несмотря на все плюсы данной методики, сохраняются риски серьезных осложнений, связанных с дистальной эмболией и снижением кровотока по КА, застреванием бура в просвете артерии, а также риском диссекций и перфораций коронарной артерии. РА в лечении рестеноза является нестандартной процедурой и должна выполняться только опытными интервенционными хирургами в клинике с кардиохирургической поддержкой.

При обзоре литературы по этой теме обращает на себя внимание тот факт, что до сих пор нет проспективных рандомизированных исследований, которые могли бы предоставить убедительные данные об эффективности использования РА при лечении рестенозов или мальпозиции стента. Но имеющиеся литературные источники свидетельствуют о том, что эта процедура на самом деле имеет высокий процент успеха (порядка 90%) и показывает хорошие результаты в лечении рестеноза [11].

Заключение

Надлежащая подготовка пораженного участка и модификация кальцинированных АСБ перед имплантацией стента необходимы для предотвращения мальпозиции стента. Внутрисосудистые методы визуализации должны выполняться всем пациентам при лечении рестенозов и наличии недораскрытых стентов. Если сохраняется resoil после дилатации некомплаентными баллонными катетерами, РА может быть альтернативной, а в некоторых случаях и незаменимой стратегией лечения. Кроме того, необходимы более масштабные исследования по проблеме лечения этой сложной группы пациентов.

Литература/References

1. Rocha D.F., Guimarães H.L., Barbosa F.P., Morais Júnior A., Diniz R., Gardenghi G. Ablação de hastes de stents para tratamento de reestenose com equipamento de aterectomia rotacional (Rotablator™). Análise e seguimento tardio. *J. Transcat. Intervent.* 2020; 28: eA20200018. DOI: 10.31160/JOTCI202028A20200018
2. Alfonso F., García J., Pérez-Vizcayno M.J., Hernando L., Hernandez R., Escaned J. et al. New stent implantation for recurrences after stenting for in-stent restenosis: implications of a third metal layer in human coronary arteries. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 54: 1036–1038.
3. Si D., Liu G., Tong Y., He Y. Rotational atherectomy ablation for an unexpandable stent under the guide of IVUS: a case report. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97 (7): e9978. DOI: 10.1097/MD.00000000000009978
4. Alfonso F., Pérez-Vizcayno M.J., Gómez-Recio M., Insa L., Calvo I., Hernández J.M. et al.; Restenosis Intrastent: Balloon angioplasty versus elective Stenting (RIBS) Investigators. Implications of the “watermelon seeding” phenomenon during coronary interventions for in-stent restenosis. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2005; 66: 521–527.
5. Colombo A., Panoulas V. After 3 decades, at long last, a new device to deal with calcific lesion. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7: 519–520.
6. Camaj A., Giustino G., Claessen B.E., Baber U., Power D.A., Sartori S. et al. Effect of stent diameter in women undergoing percutaneous coronary intervention with early- and newgeneration drug-eluting stents: from the WIN-DES Collaboration. *Int. J. Cardiol.* 2019; 287: 59–61.
7. Sakakura K., Yamamoto K., Taniguchi Y., Tsurumaki Y., Momomura S.I., Fujita H. Intravascular ultrasound enhances the safety of rotational atherectomy. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2018; 19 (3 Pt. A): 286–291. DOI: 10.1016/j.carrev.2017.09.012
8. Sperling R.T., Ho K., James D., Laham R., Gibson M., Carrozza J. Treatment of stent-jailed side branch stenoses with rotational atherectomy. *J. Invasive Cardiol.* 2006; 18 (8): 354–358.
9. Kobayashi Y., Teirstein P., Linnemeier T., Stone G., Leon M., Moses J. Rotational atherectomy (stentablation) in a lesion with stent underexpansion due to heavily calcified plaque. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2001; 52 (2): 208–211.
10. Freitas D.M., Rocha D.F., Demuner P.F., Prudente M.L., Gardenghi G., Barbosa F.P. Use of rotational atherectomy for treatment of in-stent restenosis with coronary double-mesh stent underexpansion. Case report. *J. Transcat. Intervent.* 2022; 30: eA20210034. DOI: 10.31160/JOTCI202230A20210034
11. Sharma S.K., Kini A., Mehran R., Lansky A., Kobayashi Y., Marmur J.D. Randomized trial of Rotational Atherectomy Versus Balloon Angioplasty for Diffuse In-stent Restenosis (ROSTER). *Am. Heart J.* 2004; 147 (1): 16–22. DOI: 10.1016/j.ahj.2003.07.002
12. Ho P.C., Weatherby T.M., Dunlap M. Burr erosion in rotational ablation of metallic coronary stent: an electron microscopic study. *J. Intervent. Cardiol.* 2010; 23 (3): 233–239. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2010.00543.x
13. Sakakura K., Ito Y., Shibata Y., Okamura A., Kashima Y., Nakamura S. et al. Clinical expert consensus document on rotational atherectomy from the Japanese association of cardiovascular intervention and therapeutics. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2021; 36 (1): 1–18. DOI: 10.1007/s12928-020-00715-w

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.132-007.64-089.819.5

Эндоваскулярное лечение гигантских аневризм аорты

Р.С. Поляков, К.А. Кур-ипа[✉], Ш.Г. Чаргазия, М.В. Пурецкий, Ю.М. Саакян, Г.В. Марданян, А.А. Пиркова, В.М. Сафонова, М.В. Карук, С.А. Абугов

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

Поляков Роман Сергеевич, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-9323-4003

[✉] **Кур-ипа Киазим Асланович**, аспирант; orcid.org/0000-0002-2395-5999, e-mail: kuripo90@gmail.com

Чаргазия Шота Георгиевич, аспирант; orcid.org/0000-0002-8598-2933

Пурецкий Михаил Владимирович, д-р мед. наук, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-4988-4102

Саакян Юрий Мамиконович, д-р мед. наук, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4497-1832

Марданян Гайк Ваникович, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-7442-520X

Пиркова Александра Александровна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-5101-1004

Сафонова Вера Михайловна, аспирант; orcid.org/0000-0003-4631-2408

Карук Марина Валентиновна, аспирант; orcid.org/0000-0002-2292-6758

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

На сегодняшний день использование современных методик эндоваскулярного лечения аорты открывает возможности в оказании помощи пациентам со сложной анатомией. В данной статье представлен клинический случай успешного лечения гигантской аневризмы торакоабдоминального отдела аорты с помощью браншированного стент-графта. Представленный случай демонстрирует эффективность данной методики у пациента с высоким хирургическим риском. Универсальность браншированных устройств позволяет использовать их независимо от индивидуальных анатомических характеристик пациента, однако для достижения благоприятных результатов рекомендуется выполнять подобные вмешательства в высокоспециализированных центрах.

Ключевые слова: гигантская аневризма аорты, эндопротезирование торакоабдоминального отдела аорты, браншированный стент-графт, фенестрированный стент-графт

Для цитирования: Поляков Р.С., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Сафонова В.М., Карук М.В., Абугов С.А. Эндоваскулярное лечение гигантских аневризм аорты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 132–138. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-132-138

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 04.02.2025
Принята к печати 06.03.2025

Endovascular treatment of giant aortic aneurysms

R.S. Polyakov, K.A. Kur-ipa[✉], Sh.G. Chargaziya, M.V. Puretskiy, Yu.M. Saakyan, G.V. Mardanyan, A.A. Pirkova, V.M. Safonova, M.V. Karuk, S.A. Abugov

Russian Scientific Center of Surgery named after B.V. Petrovsky, Moscow, Russian Federation

Roman S. Polyakov, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003

[✉] **Kiazim A. Kur-ipa**, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2395-5999, e-mail: kuripo90@gmail.com

Shota G. Chargaziya, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-8598-2933

Mikhail V. Puretskiy, Dr. Med. Sci., Chief Researcher; orcid.org/0000-0003-4988-4102

Yuriy M. Saakyan, Dr. Med. Sci., Chief Researcher; orcid.org/0000-0002-4497-1832

Gayk V. Mardanyan, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X

Aleksandra A. Pirkova, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-5101-1004

Vera M. Safonova, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4631-2408

Marina V. Karuk, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2292-6758

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

Abstract

The use of modern endovascular techniques for aortic repair has significantly expanded treatment options for patients with complex anatomy. This article presents a clinical case of successful management of a gigantic thoracoabdominal aortic aneurysm using a branched stent graft. The case highlights the effectiveness of this approach in a high-risk surgical patient. The versatility of branched devices allows their use regardless of individual anatomical variations; however, to achieve optimal outcomes, such interventions be performed in highly specialized centers with extensive experience in complex aortic repair.

Keywords: giant aortic aneurysm, thoracoabdominal aortic endoprosthesis, branched stent grafts, fenestrated stent grafts

For citation: Polyakov R.S., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Safonova V.M., Karuk M.V., Abugov S.A. Endovascular treatment of giant aortic aneurysms. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 132–138 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-132-138

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

Received February 4, 2025

Accepted March 6, 2025

Введение

Гигантские аневризмы характеризуются увеличением диаметра аорты в 8–10 раз от ее нормального диаметра. Естественное течение таких аневризм сопровождается крайне высоким риском разрыва, который, по различным данным, может достигать 90% [1]. Это свидетельствует о критической необходимости своевременного проведения оперативного лечения у данной категории пациентов.

Особенность гигантских аневризм заключается не только в их размерах, но и частой ассоциации с комплексными анатомическими и морфологическими изменениями. У таких пациентов нередко выявляются выраженный кальциноз аорты и подвздошного сегмента, выраженная извитость аорты, а также сопутствующее поражение висцеральных артерий [2].

Традиционное открытое хирургическое вмешательство, долгое время считавшееся «золотым стандартом», ассоциировано с высокими рисками у данной категории пациентов [3]. Большой объем интраоперационной кровопотери, ишемия спинного мозга, почечная недостаточность становятся частыми причинами послеоперационных осложнений, особенно у пациентов с коморбидной патологией. В настоящее время использование современных методик эндоваскулярного протезирования аорты открыло новые горизонты в лечении гигантских аневризм, особенно у пациентов с высоким хирургическим риском. Использование фенестрированных и браншированных стент-графтов нового поколения позволяет выполнять эндоваскулярное лечение при патологии торакоабдоминального отдела аорты, увеличить зону проксимальной и дис-

тальной герметизации, сохраняя малую инвазивность [4].

В данной статье мы приводим клинический случай успешного эндоваскулярного лечения гигантской аневризмы торакоабдоминального отдела аорты с использованием браншированного стент-графта.

Описание случая

В 2024 г. у пациента 76 лет во время планового обследования по данным ультразвукового исследования органов брюшной полости впервые была выявлена аневризма аорты. В дальнейшем пациенту выполнена мульти-спиральная компьютерная томография (МСКТ) с контрастированием, по данным которой выявлена гигантская аневризма торакоабдоминального отдела аорты IV типа по Crawford (рис. 1).

В анамнезе у пациента ишемическая болезнь сердца: постинфарктный кардиосклероз, операция аортокоронарного шунтирования к правой коронарной артерии и маммарно-коронарного шунтирования к передней нисходящей артерии. Также в течение длительного времени имеет диагноз хронической обструктивной болезни легких и хронической почечной недостаточности IIIA стадии по классификации ВОЗ. При оценке риска по шкале Euro SCORE II (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) риск смерти после открытого оперативного лечения составил 14,43% (очень высокий риск).

Пациент консультирован в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского; учитывая высокие риски открытого оперативного лечения, принято решение о проведении эндоваскулярного лечения торакоабдоминального отдела аорты.

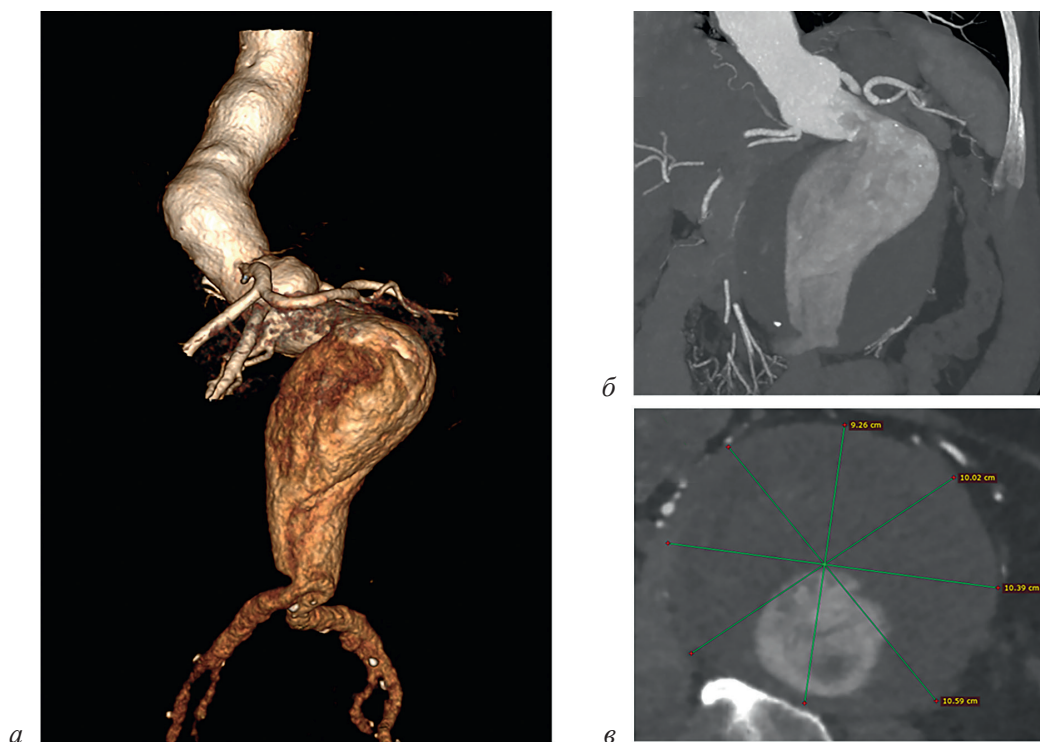


Рис. 1. Предоперационная МСКТ-аортография:

а – трехмерная реконструкция торакоабдоминального отдела аорты; *б* – фронтальная проекция; *в* – аксиальная проекция с максимальным диаметром аневризмы

Ход операции. В условиях местной анестезии под ультразвуковым контролем была выполнена пункция правой и левой общих бедренных артерий (ОБА) с последующей установкой интродьюсеров. Через левую ОБА выполнена селективная катетеризация чревного ствола, далее в дистальное русло

селезеночной артерии проведен проводник 0,014".

После установки сверхжесткого проводника в восходящий отдел аорты через правую ОБА позиционирован с совмещением маркеров висцеральных ветвей и имплантирован стент-графт Zenith t-BRANCH-34-18-202 (рис. 2).

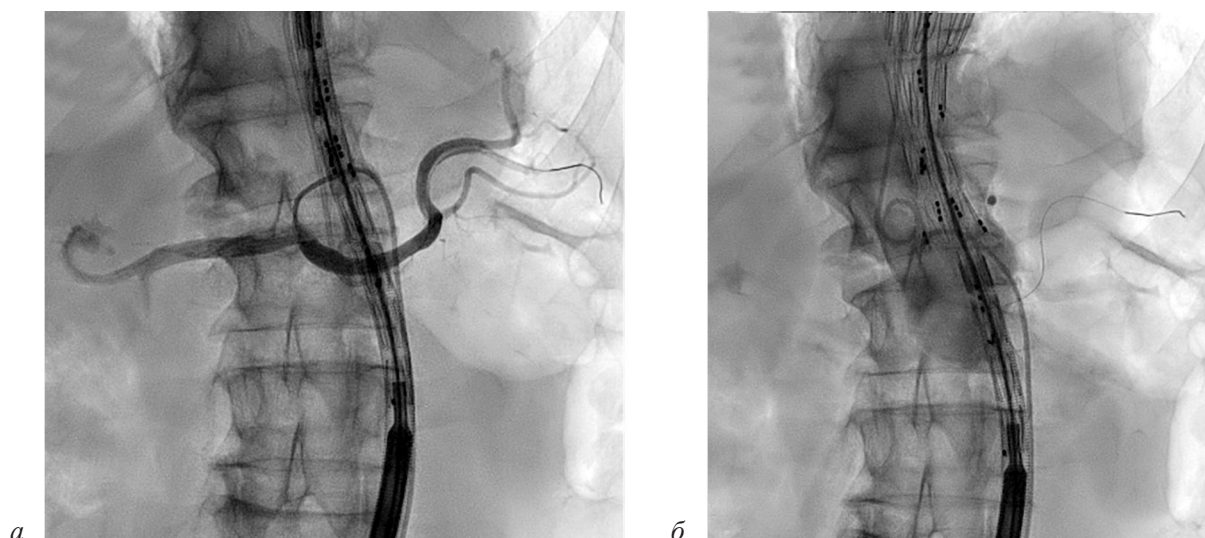


Рис. 2. Этапы имплантации браншированного стент-графта:

а – селективная катетеризация чревного ствола с заведением проводника; *б* – имплантация браншированного стент-графта с совмещением маркеров висцеральных артерий

Далее через правую ОБА выполнена имплантация бифуркационного компонента стент-графта UNIBODY-22-132 и ипсилатеральной бранши ZSLE-16-56-ZY с позиционированием ее в правой общей подвздошной артерии (ОПА).

Следующим этапом через правую ОБА с помощью управляемого проводникового катетера выполнена селективная катетеризация правой почечной артерии. В правую почечную артерию позиционированы и имплантированы стент-графты Bentley 6,0×57 мм, Bentley 7,0×57 мм. Следом произведена селективная катетеризация левой почечной артерии и имплантация стент-графта Bentley 7,0×57 мм.

Выполнена селективная катетеризация верхней брыжеечной артерии и имплантация

стент-графта Bentley 9,0×57 мм. Затем катетеризирован чревный ствол и далее выполнено его стентирование стент-графтом Bentley 10,0×57 мм (рис. 3).

Следующим этапом через левую ОБА имплантирована вторая бранша ZSLE-16-74-ZT с позиционированием ее в левой ОПА. Далее с помощью баллонного катетера выполнена постдилатация зон перекрытия стент-графтов. При проведении контрольной ангиографии выявлено выключение аневризмы из кровотока, подтеканий не отмечено, кровоток по висцеральным артериям без признаков экстравазации и компретации.

Операция прошла без осложнений. Пациент был переведен из отделения реанимации на 1-е сутки после оперативного лечения. В даль-

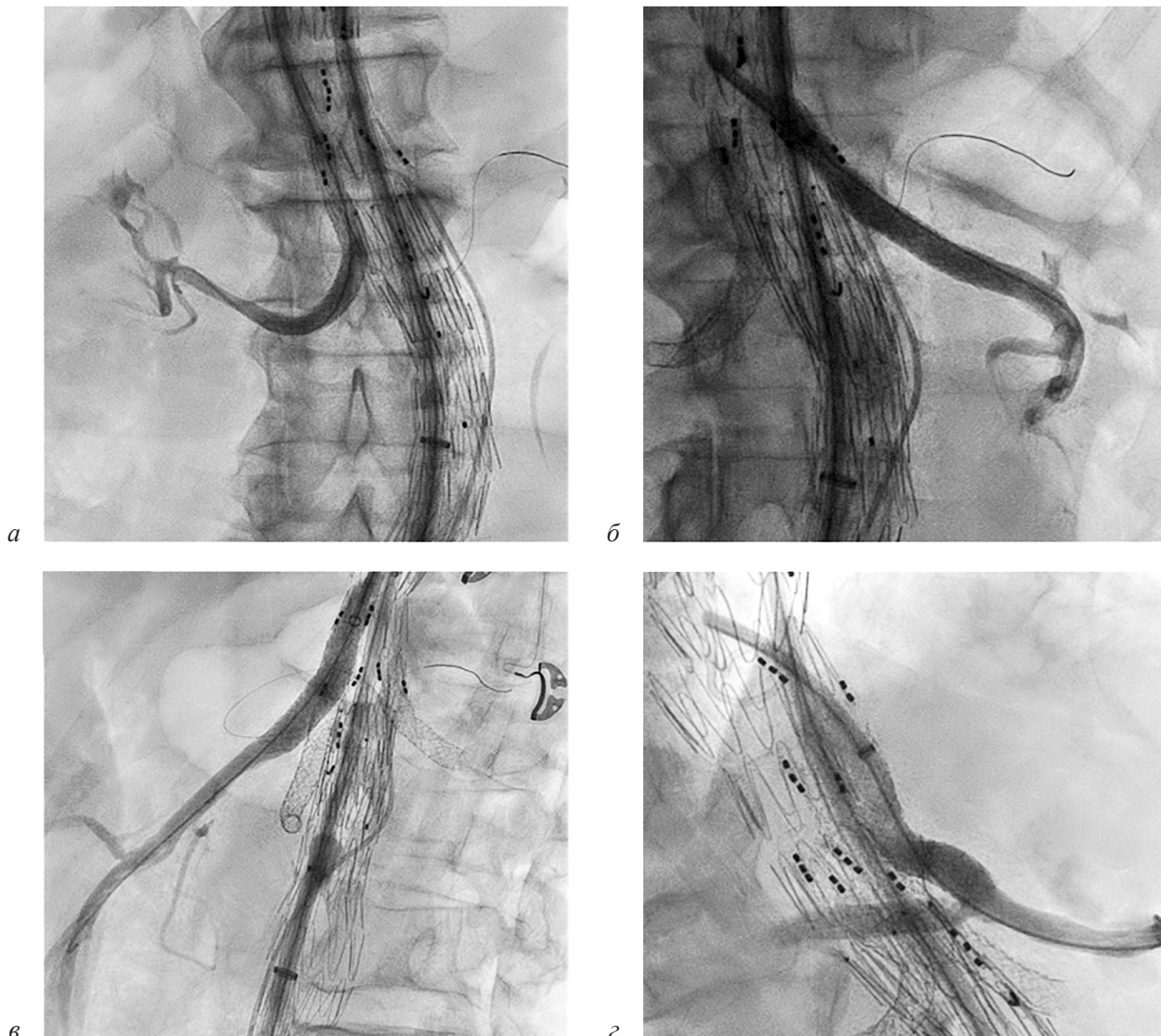


Рис. 3. Селективная ангиография висцеральных ветвей после имплантации периферических стент-графтов:

а – правая почечная артерия; б – левая почечная артерия; в – верхняя брыжеечная артерия; г – чревный ствол



Рис. 4. Результаты эндопротезирования торакоабдоминального отдела аорты:

а – контрольная интраоперационная ангиография; *б* – трехмерная реконструкция МСКТ-аортографии в ближайшем послеоперационном периоде

нейшем послеоперационный период протекал без особенностей, и пациент был выписан на 5-е сутки после оперативного лечения. По данным контрольной МСКТ-аортографии, выполненной через месяц после оперативного лечения, отмечается благоприятный результат, стент-графты проходимы, данных за наличие подтеканий нет (рис. 4).

Обсуждение

Гигантские аневризмы торакоабдоминального отдела аорты представляют собой редкую, но крайне опасную патологию, требующую выбора оптимальной тактики лечения. Частота встречаемости гигантских аневризм аорты в общей популяции неизвестна. Результаты, опубликованные Vascular Study Group of New England, показывают, что четыре гигантских аневризмы брюшного отдела аорты наблюдались в выборке из 4045 пациентов, что составляет всего 0,1% [5]. Однако истинная распространенность гигантских аневризм остается неизвестной вследствие высокой летальности при разрыве, о чем свидетельствуют показатели частоты разрыва – 30–50% случаев в год у пациентов с аневризмами брюшной аорты диаметром >8,0 см [6].

Открытое оперативное лечение традиционно считается «золотым стандартом» лечения для данной категории пациентов. Протезирование аорты может сопровождаться значительными рисками, включая массивную кровопотерю, обусловленную размерами аневризматического мешка и травматичностью доступа, высокую вероятность развития почечной недостаточности, что, как следствие, увеличивает длительность госпитализации и последующей реабилитации.

В.W. Ullery et al. опубликовали в 2015 г. один из наиболее крупных литературных обзоров, который включал 13 пациентов с гигантскими аневризмами аорты, из них у двоих диаметр аорты превышал 20 см, а у четверых отмечен разрыв аорты. Всем 13 пациентам выполнялась открытая реконструкция, с общим уровнем периоперационной смертности 23%. В данном исследовании пациентам не выполнялось эндоваскулярное лечение аорты ввиду неблагоприятных анатомических характеристик [7].

Аневризмы торакоабдоминального отдела аорты представляют собой одну из наиболее сложных патологий в сосудистой хирургии, требующих мультидисциплинарного подхода.

Стандартные процедуры эндопротезирования грудного и брюшного отделов аорты не применимы при данной патологии ввиду отсутствия адекватной зоны герметизации для стент-графтов, а также необходимости сохранения перфузии в периферических артериях.

В 2001 г. T.A. Chuter et al. описали систему стент-графтов для эндоваскулярного лечения аневризм торакоабдоминального отдела аорты, которая позволяла сохранить кровоток по висцеральным артериям [8]. С тех пор эндопротезирование сложных аневризм аорты, в том числе гигантских, стало привлекательным подходом к лечению. За последние два десятилетия тенденция лечения сложных аневризм брюшной аорты и торакоабдоминальных аневризм сместилась от модифицированных специалистом стент-графтов к фенестрированным и браншированным стент-графтам, изготовленным производителем. Первым коммерчески одобренным браншированным стент-графтом является стент-графт t-Branch (Cook Medical, Блумингтон, Индиана, США) [8]. K. Spanos et al., а также E. Gallitto et al. сообщили о техническом успехе, составлявшем 93 и 82% соответственно при использовании браншированного устройства в неотложных случаях [9, 10]. В метаанализе N. Konstantinou et al. ранняя смертность составила 5,8% (95% ДИ 2,5–10%), частота ишемии спинного мозга – 12,2% (95% ДИ 4,1–23,2%), а частота постоянной параплегии – 1,3% (95% ДИ 0–8,7%) [11].

В исследовании S.R. Vallabhaneni et al., сравнивавшем использование фенестрированных стент-графтов с открытым хирургическим лечением пациентов со сложными аневризмами, уровень периоперационной смертности был ниже при обычном эндопротезировании (1,2%; $p=0,001$) и эндопротезировании с использованием фенестрированных стент-графтов (2,2%; $p=0,001$) по сравнению с открытой хирургией (4,5%) [12]. Продолжительность пребывания в стационаре была значительно ниже при процедурах стандартного эндопротезирования (2 дня) и эндопротезирования фенестрированными графтами (4 дня) по сравнению с открытым хирургическим лечением (7 дней). Общая частота ранних осложнений была ниже у пациентов, перенесших эндопротезирование (46,2%, 315/682; ОШ 0,44, 95% ДИ 0,35–0,57; $p<0,001$) и эндопротезирование с использованием фенестрированных графтов (55,7%, 204/366; ОШ 0,57, 95% ДИ 0,43–0,74;

$p<0,001$), по сравнению с пациентами, перенесшими открытое протезирование аорты (62,4%, 542/868).

В метаанализе Yang Zhou et al. показатель частоты повторных вмешательств в группе открытой хирургии был лучше по сравнению с группой фенестрированных стент-графтов (ОШ 2,48; 95% ДИ 1,08–5,73) [13]. В отношении развития периоперационных осложнений эндоваскулярное лечение имеет более низкие показатели острой почечной недостаточности по сравнению с открытой хирургией (ОШ 0,42; 95% ДИ 0,27–0,66) и более низкие показатели инфаркта миокарда, чем в группе открытого протезирования (ОШ 0,49; 95% ДИ 0,25–0,97).

В метаанализ G.A. Antoniou et al., сравнивающий эндоваскулярное лечение с использованием фенестрированных и браншированных стент-графтов с открытым хирургическим лечением, вошло 11 исследований, которые суммарно включали 7061 пациента [14]. Вероятность периоперационной смерти после эндоваскулярного лечения была ниже, хотя и незначительно, чем после открытой хирургии (ОШ 0,56, 95% ДИ 0,28–1,12), тогда как риск общей смертности был выше после эндопротезирования, однако статистически значимая разница не достигнута (ОШ 1,25, 95% ДИ 0,93–1,67). Риск повторного вмешательства был значительно выше после эндоваскулярного лечения (ОР 2,11, 95% ДИ 1,39–3,18).

На сегодняшний день отсутствуют масштабные рандомизированные исследования, позволяющие провести объективное сравнение различных методик и стандартизировать их использование. В связи с этим выполнение подобных вмешательств рекомендуется исключительно в высокоспециализированных центрах, обладающих значительным опытом имплантации браншированных и фенестрированных стент-графтов. Только в таких условиях возможно обеспечить точную предоперационную подготовку, минимизировать риски интраоперационных осложнений и достичь оптимальных клинических исходов для пациентов с наиболее сложными анатомическими характеристиками аневризм аорты.

Заключение

В настоящее время использование браншированных стент-графтов у пациентов с гигантскими аневризмами аорты является безопас-

ной и эффективной альтернативой открытому хирургическому лечению, особенно у пациентов высокого риска. Однако учитывая сложность данного вмешательства, необходим комплексный подход в оценке состояния пациента и возможных методик лечения, что должно осуществляться в специализированных центрах с обширным опытом.

Литература/References

- Mumoli N., Basile V., Brondi B., Cei M., Camaiti A., Vitale J. Retrospective analysis of giant abdominal aortic aneurysms in a department of medicine. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2014; 62 (2): 403–404. DOI: 10.1111/jgs.12658
- Duijzer C., Schuurs T.C., Wisselink W. Giant, 20 cm diameter, ruptured abdominal aortic aneurysm: a case report. *EJVES Short Rep.* 2018; 42: 18–20. DOI: 10.1016/j.ejvssr.2018.11.005
- Droz N.M., Miner J., Pecchioni L. An 18-cm unruptured abdominal aortic aneurysm. *J. Vasc. Surg. Cases Innov. Tech.* 2017; 3 (1): 16–19. DOI: 10.1016/j.jvscit.2016.10.008
- Eleshra A., Oderich G.S., Spanos K., Panuccio G., Kärkkäinen J.M., Tenorio E.R. et al. Short-term outcomes of the t-branch off-the-shelf multibranched stent graft for reintervention after previous infrarenal aortic repair. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (5): 1558–1566. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.02.012
- Lo R.C., Lu B., Fokkema M.T., Conrad M., Patel V.I., Fillinger M. et al. Relative importance of aneurysm diameter and body size for predicting abdominal aortic aneurysm rupture in men and women. *J. Vasc. Surg.* 2014; 59 (5): 1209–1216. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.10.104
- Brewster D.C., Cronenwett J.L., Hallett J.W. Jr, Johnston K.W., Krupski W.C., Matsumura J.S.; Joint council of the American Association for Vascular Surgery and Society for Vascular Surgery. Guidelines for the treatment of abdominal aortic aneurysms. Report of a subcommittee of the Joint council of the American Association for Vascular Surgery and Society for Vascular Surgery. *J. Vasc. Surg.* 2003; 37 (5): 1106–1117. DOI: 10.1067/mva.2003.363
- Ullery B.W., Itoga N.K., Lee J.T. Giant abdominal aortic aneurysms: a case series and review of the literature. *Vasc. Endovascular. Surg.* 2015; 49 (8): 242–246. DOI: 10.1177/1538574415617554
- Chuter T.A., Gordon R.L., Reilly L.M., Goodman J.D., Messina L.M. An endovascular system for thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J. Endovasc. Ther.* 2001; 8 (1): 25–33. DOI: 10.1177/152660280100800104
- Eleshra A., Hatm M., Spanos K., Panuccio G., Rohlf's F., Debus E.S. et al. Early outcomes of t-branch off-the-shelf multibranched stent graft in urgent and emergent repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2022; 75 (2): 416–424.e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.07.237
- Gallitto E., Gargiulo M., Freyrie A., Pini R., Mascoli C., Ancetti S. et al. Off-the-shelf multibranched endograft for urgent endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2017; 66 (3): 696–704.e5. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.12.129
- Konstantinou N., Antonopoulos C.N., Jerkku T., Banafsche R., Kölbel T., Fiorucci B. et al. Systematic review and meta-analysis of published studies on endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms with the t-Branch off-the-shelf multibranched endograft. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (2): 716–725.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.01.049
- Vallabhaneni S.R., Patel S.R., Campbell B., Boyle J.R., Cook A., Crosher A. et al. Editor's choice – comparison of open surgery and endovascular techniques for juxtarenal and complex neck aortic aneurysms: the UK COMPLEX Aneurysm Study (UK-COMPASS) – Peri-operative and Midterm Outcomes. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2024; 67 (4): 540–553. DOI: 10.1016/j.ejvs.2024.02.037
- Zhou Y., Wang J., He H., Li Q., Li M., Li X., Shu C. Comparative effectiveness of treatment modalities for complex aortic aneurysms: a network meta-analysis of observational studies. *Ann. Vasc. Surg.* 2023; 93: 369–386. DOI: 10.1016/j.avsg.2023.02.023
- Antoniou G.A., Juszczak M.T., Antoniou S.A., Katsargyris A., Haulon S. Editor's choice – fenestrated or branched endovascular versus open repair for complex aortic aneurysms: meta-analysis of time to event propensity score matched data. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2021; 61 (2): 228–237. DOI: 10.1016/j.ejvs.2020.10.010

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137.8-007.271-089.28

Первый опыт применения биорезорбируемых сосудистых каркасов (скаффолдов) второго поколения в лечении окклюзионно-стенотических поражений артерий голени

З.Б. Карданахшвили[✉], Н.А. Андросов, Р.В. Атанесян, Ю.Г. Матчин

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова»
Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ Карданахшвили Зураб Бесикиевиц, канд. мед. наук, науч. сотр.; orcid.org/0000-0001-9739-6432,
e-mail: kachelo1981@gmail.com

Андросов Николай Алексеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению,
лаборант-исследователь; orcid.org/0009-0009-1496-3151

Атанесян Руслан Вагифович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-3522-9537

Матчин Юрий Георгиевич, д-р мед. наук, гл. науч. сотр., руководитель лаборатории
рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения в амбулаторных условиях;
orcid.org/0000-0002-0200-852X

Резюме

Использование металлических стентов при лечении атеросклеротического поражения артерий голени является вынужденной мерой, обусловленной гемодинамически значимой диссекцией после баллонной ангиопластики. Металлический каркас, навсегда оставаясь в просвете артерии, повышает риск развития рестеноза и реокклюзии целевого сегмента, приводя к более сложным повторным вмешательствам с более низкими показателями проходимости. Концепция «ничего не оставлять после себя» сподвигла к переосмыслению роли биорезорбируемых сосудистых каркасов – скаффолдов, ранее не получивших широкого распространения при лечении коронарных артерий. Новое поколение скаффолдов с тонкой балкой и лекарственным покрытием на основе производных лимуса активно внедряются в ежедневную практику, продолжает накапливаться доказательная база на основании зарубежных исследований. В данной статье представлен первый в России опыт имплантации скаффолдов второго поколения в артерии голени под контролем внутрисосудистых методов визуализации.

Ключевые слова: скаффолд, биорезорбируемый сосудистый каркас, артерии голени, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, оптическая когерентная томография

Для цитирования: Карданахшвили З.Б., Андросов Н.А., Атанесян Р.В., Матчин Ю.Г. Первый опыт применения биорезорбируемых сосудистых каркасов (скаффолдов) второго поколения в лечении окклюзионно-стенотических поражений артерий голени. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (1): 139–148. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-139-148

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 28.01.2025
Принята к печати 11.03.2025

The first experience of using 2-nd generation bioresorbable vascular scaffolds for treatment of occlusive-stenotic lesions of the infrapopliteal artery

Z.B. Kardanakhishvili[✉], N.A. Androsov, R.V. Atanesyan, Yu.G. Matchin

E.I. Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russian Federation

✉ Zurab B. Kardanakhishvili, Cand. Med. Sci., Researcher; orcid.org/0000-0001-9739-6432,
e-mail: kachelo1981@gmail.com

Nikolay A. Androsov, Endovascular Surgeon, Research Laboratory Assistant; orcid.org/0009-0009-1496-3151

Ruslan V. Atanesyan, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0003-3522-9537

Yuriy G. Matchin, Dr. Med. Sci., Chief Researcher, Head of the Laboratory of Endovascular Methods
of Diagnosis and Treatment on an Outpatient Basis; orcid.org/0000-0002-0200-852X

Abstract

Using metal stents for treatment atherosclerotic lesions of the infrapopliteal arteries has always been a forced measure due to hemodynamically significant dissection after balloon angioplasty. The metal frame, remaining forever in the lumen of the artery, increases risks of restenosis and reocclusion of the target segment, leading to repeated, more complex interventions with lower patency rates. Concept "leave nothing behind" has prompted us to rethink the role of bioresorbable scaffolds, which were not previously widespread in the treatment of coronary arteries. Modern generations of scaffolds with a thin struts and limus-based drug coating derivatives are actively introduced into daily practice and continue to accumulate evidence based on foreign researches. This article presents the first Russian experience of implantation second generation scaffolds in the infrapopliteal arteries under the control of intravascular imaging methods.

Keywords: scaffold, bioresorbable vascular scaffold, shin arteries, infrapopliteal arteries, intravascular ultrasound, optical coherence tomography

For citation: Kardanakhishvili Z.B., Androsov N.A., Atanesyan R.V., Matchin Yu.G. The first experience of using 2-nd generation bioresorbable vascular scaffolds for treatment of occlusive-stenotic lesions of the infrapopliteal artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (1): 139–148 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-139-148

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

Received January 28, 2025

Accepted March 11, 2025

Введение

Несмотря на то что баллонная ангиопластика (БАП) остается «золотым стандартом» при лечении артерий голени из-за ее безопасности, экономической эффективности и возможности повторных вмешательств, она имеет ограничение в виде возникающих гемодинамически значимых диссекций, при развитии которых появляется необходимость в имплантации стента. До последнего времени в этих случаях использовались коронарные стенты с лекарственным покрытием (СЛП), показавшие неплохие однолетние результаты, однако оставался нерешенным вопрос наличия постоянного металлического имплантата в артерии малого калибра, который может привести к рестенозу и более сложным повторным вмешательствам. Сcaffolds нового поколения имеют неоспоримое преимущество – полная их резорбция устраняет риск хронического воспаления и позднего тромбоза. Одним из важных факторов при использовании биорезорбируемых сосудистых каркасов является необходимость проведения их имплантации под контролем внутрисосудистых методов визуализации с целью подбора оптимального диаметра скаффолда и достижения полной его аппозиции.

Мы представляем первый в России опыт успешной имплантации биорезорбируемых сосудистых каркасов, покрытых сиролиму-сом, в НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова у двух пациентов с хронической ишемией нижних конечностей (ХИНК) под контролем внутрисосудистых методов визуализации.

Описание случая 1

Пациентка М., 73 года, поступила с жалобами на боль и онемение в икроножных мышцах при ходьбе до 50 м, преимущественно справа. Указанные симптомы появились 2 года назад и постепенно прогрессировали до настоящего времени со снижением дистанции безболевого ходьбы, ранее по поводу данных жалоб не обращалась. Из сопутствующих заболеваний следует отметить: сахарный диабет (СД) II типа и отягощенный коронарный анамнез (выполнялись неоднократные стентирования коронарных артерий, в сентябре 2023 г. выполнено аортокоронарное шунтирование, в настоящее время жалоб со стороны сердца не предъявляет). На момент госпитализации получала комбинированную лекарственную терапию, включающую двойную антиагрегантную терапию (аспирин 100 мг и клопидогрел 75 мг), а также гипогликемические, гиполипидемические, гипотензивные препараты.

При ультразвуковом дуплексном сканировании (УЗДС) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) артерий нижних конечностей выявлены признаки атеросклеротического поражения артерий правой голени; лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) на задней большеберцовой артерии (ЗББА) 0,54; ЛПИ на передней большеберцовой артерии (ПББА) 0,87.

Для эндоваскулярного лечения использован антеградный феморальный доступ и интродьюсер диаметром 5 F. Выполнена селективная ангиография артерий правой нижней конечности, при которой подтверждено ок-

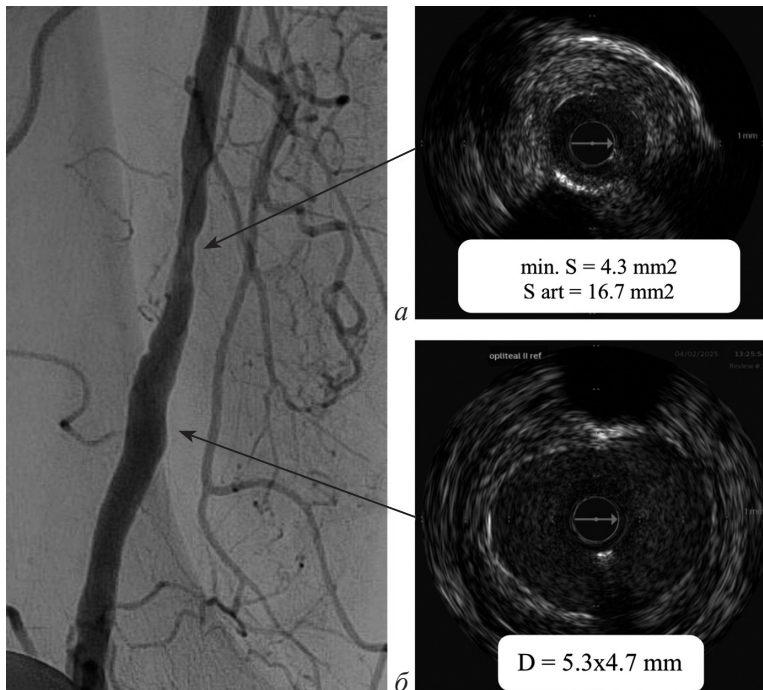


Рис. 1. Ангиограмма (слева) и ВСУЗИ (справа) I сегмента подколенной артерии до эндоваскулярного вмешательства. Визуализируется стеноз на 70–75%:

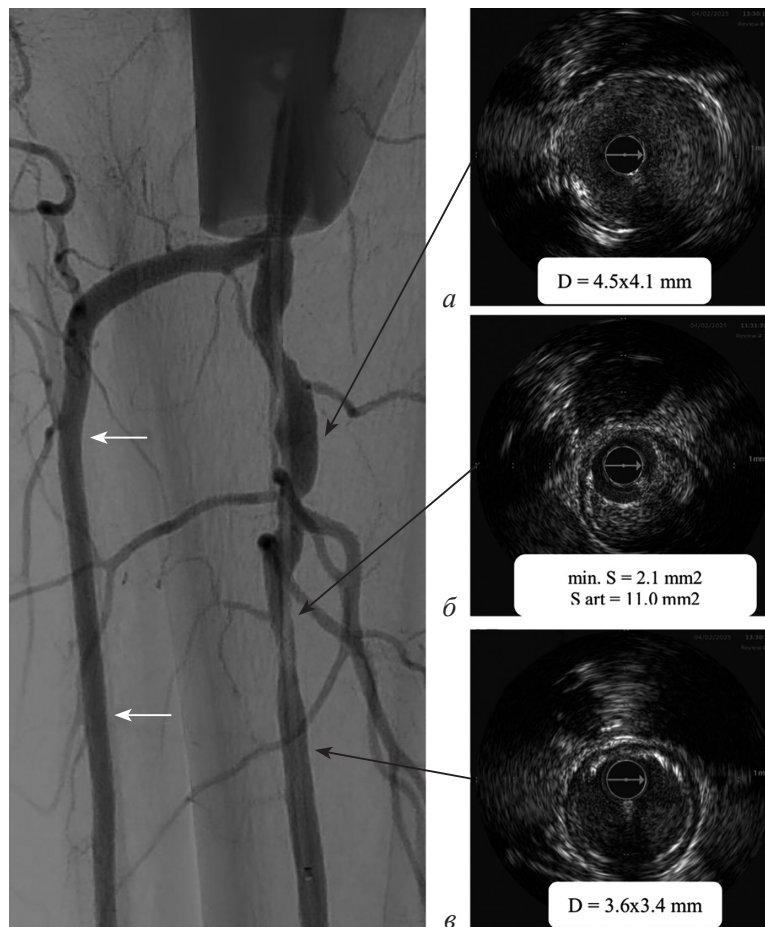
a – минимальная площадь просвета артерии 4,3 мм²; *б* – референсный диаметр подколенной артерии в малоизмененной зоне 5,3×4,7 мм

кклюзионно-стенотическое поражение: подколенная артерия (ПКА) в I сегменте имеет стеноз на 70–75% (рис. 1), ПББА без значимых изменений, тibiоперонеальный ствол (ТПС)

стенозирован на 60–70%, малоберцовая артерия (МБА) в пр/3 имеет стеноз на 75–80%, ЗББА окклюзирована (рис. 2), плантарные артерии заполняются через коллатерали от МБА.

Рис. 2. Ангиограмма (слева) и ВСУЗИ (справа) трифуркации подколенной артерии. Передняя большеберцовая артерия без значимых изменений (белые стрелки), малоберцовая артерия стенозирована на 70–80% с переходом на тibiоперонеальный ствол (черные стрелки), задняя большеберцовая артерия не визуализируется (окклюзирована от устья):

a – референсный диаметр тibiоперонеального ствола в малоизмененной зоне 4,5×4,1 мм; *б* – минимальная площадь просвета малоберцовой артерии 2,1 мм²; *в* – референсный диаметр малоберцовой артерии в малоизмененной зоне 3,6×3,4 мм



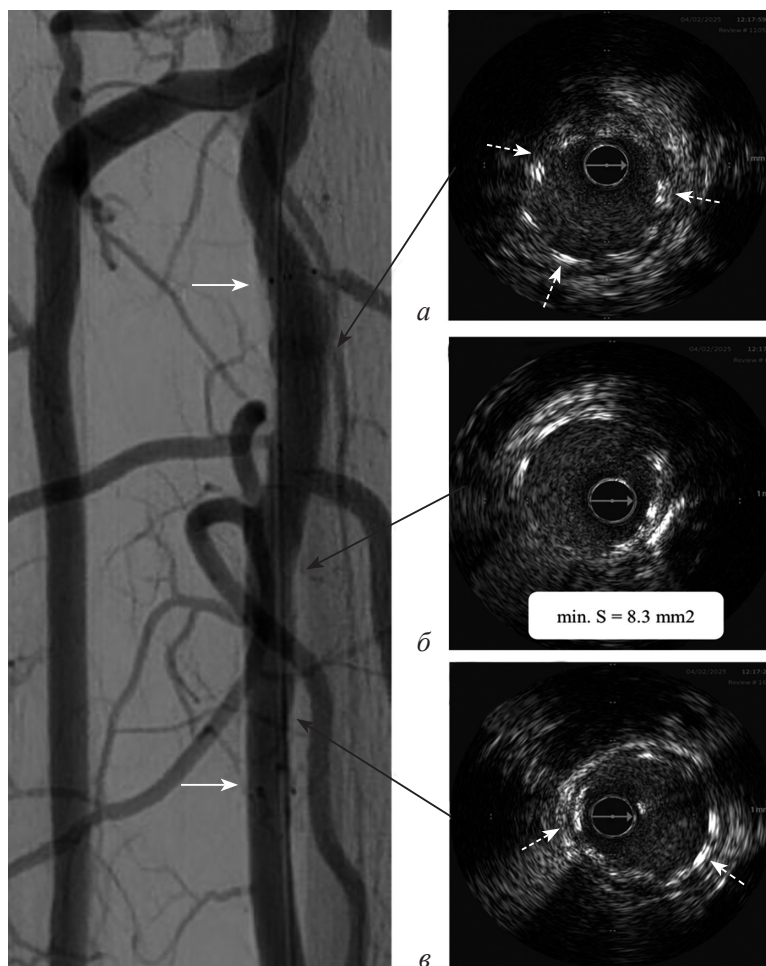


Рис. 3. После имплантации скаффолда MeRes100 3,5×37 мм (проксимальный и дистальный края обозначены белыми стрелками). Боковые ветви, отходящие от стентированного сегмента, проходимы. По данным ВСУЗИ – полная степень раскрытия и аппозиции скаффолда:

а – тибioперонеальный ствол после оптимизации баллонным катетером NC 4,0×20 мм, пунктирными стрелками обозначены балки скаффолда; *б* – минимальная площадь просвета скаффолда 8,3 мм²; *в* – малоберцовая артерия, пунктирными стрелками обозначены балки скаффолда

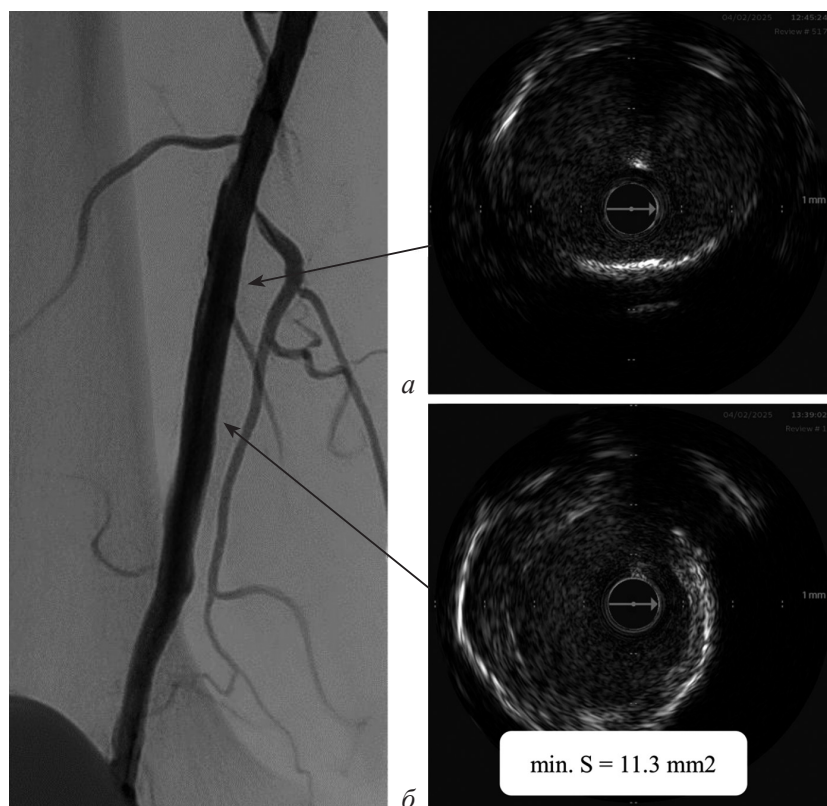


Рис. 4. После баллонной ангиопластики баллоном с лекарственным покрытием диаметром 5,0 мм давлением 8 атм. с экспозицией 3 мин. Остаточный стеноз подколенной артерии отсутствует, выраженной диссекции нет:

а – проксимальный край на ВСУЗИ без выраженной диссекции; *б* – минимальная площадь просвета артерии 11,3 мм²

Проведено внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) ПкА, МБА и ТПС ВСУЗИ-катетером Volcano Refinity, при котором в I сегменте ПкА визуализируется атерома с минимальной площадью просвета $4,3 \text{ мм}^2$, при референсном диаметре артерии $5,3 \times 4,7 \text{ мм}$ (см. рис. 1); в пр/3 МБА с переходом в ТПС визуализируется атерома с минимальной площадью просвета $2,1 \text{ мм}^2$, при референсном диаметре МБА $3,6 \times 3,4 \text{ мм}$, ТПС $4,5 \times 4,1 \text{ мм}$ (см. рис. 2). Выполнена имплантация в пр/3 МБА с переходом в ТПС биорезорбируемого сосудистого каркаса MeRes100 $3,5 \times 37 \text{ мм}$ (Meril, Индия) давлением 12 атм., с последующей его оптимизацией в ТПС баллоном NC $4,0 \times 20 \text{ мм}$ давлением 10 атм. Выполнен ВСУЗИ-контроль, при котором подтверждены полное раскрытие и аппозиция скаффолда, минимальная площадь внутри целевого сегмента составила $8,3 \text{ мм}^2$ (рис. 3).

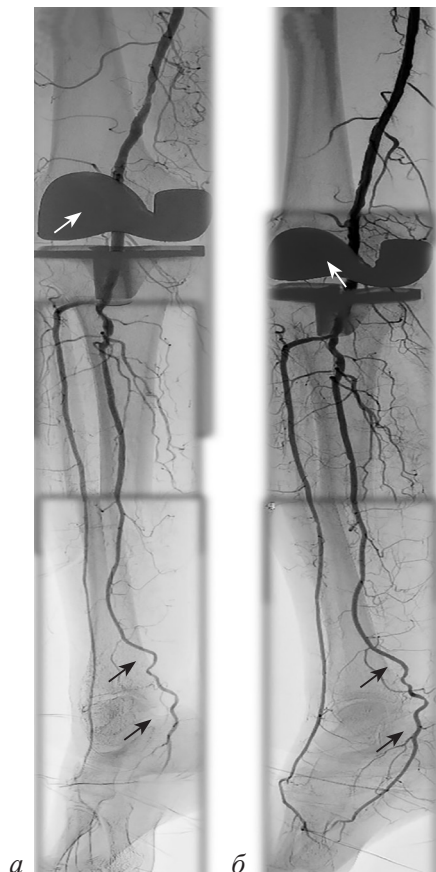


Рис. 5. Обзорная ангиограмма артерий правой нижней конечности до (а) и после (б) эндоваскулярного вмешательства.

Отмечается значительное улучшение кровотока по плантарным артериям через крупную коллатераль от малоберцовой артерии (указана черными стрелками). Белой стрелкой обозначен протез коленного сустава

Далее проведена баллонная ангиопластика I сегмента ПкА баллоном, покрытым сиролимусом, $5,0 \times 80 \text{ мм}$ давлением 8 атм. с экспозицией 3 мин, с хорошим ангиографическим эффектом. При контрольном ВСУЗИ признаков выраженной диссекции нет, минимальная площадь просвета артерии составила $11,3 \text{ мм}^2$ (рис. 4). В конце процедуры ТПС, МБА и ПББА проходимы на всем протяжении; отмечается улучшение кровотока по плантарным артериям через крупную коллатераль от малоберцовой артерии (рис. 5).

Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациентка выписана под наблюдение сосудистого хирурга по месту жительства. Дополнительно к принимаемой терапии назначен ривароксабан $2,5 \text{ мг}$ 2 раза в сутки постоянно и рекомендована отмена клопидогрела через 1 мес. На контрольном визите через 1 мес пациентка жалоб не предъявляла, при УЗДС кровотоков по ПкА и ПББА магистральный, по ЗББА – магистрально-измененного типа; ЛПИ на ПББА 0,91, на ЗББА – 0,89.

Описание случая 2

Пациент Ч., 66 лет, поступил с жалобами на боль в икроножных мышцах в покое, преимущественно слева, которые появились около 1 года назад. Ранее по поводу перемежающейся хромоты не обращался. Длительное время страдает СД II типа и постоянной формы фибрилляции предсердий. Лекарственная терапия на момент поступления включала комбинацию антиагреганта и антикоагулянта (аспирин 100 мг , эликвис 5 мг 2 раза в сутки) и стандартные препараты для лечения сопутствующих заболеваний.

При УЗДС артерий нижних конечностей выявлена окклюзия ЗББА и ПББА слева; ЛПИ на ЗББА 0,59, на ПББА – 0,65. По данным МСКТ-ангиографии слева сегментарная окклюзия ЗББА, окклюзия ПББА в дист/3.

Для оперативного лечения использован антеградный феморальный доступ с установкой интродьюсера диаметром 5 F. Выполнена селективная ангиография артерий левой нижней конечности, по данным которой ПББА окклюзирована от ср/3 до дист/3, ЗББА окклюзирована на всем протяжении, МБА в ср/3 имеет стеноз на 80%, стопа кровоснабжается по коллатералям от МБА (рис. 6). После реканализации и баллонной ангиопластики ЗББА и ПББА баллоном $3,0 \times 120 \text{ мм}$ (давлением 8–12 атм.)

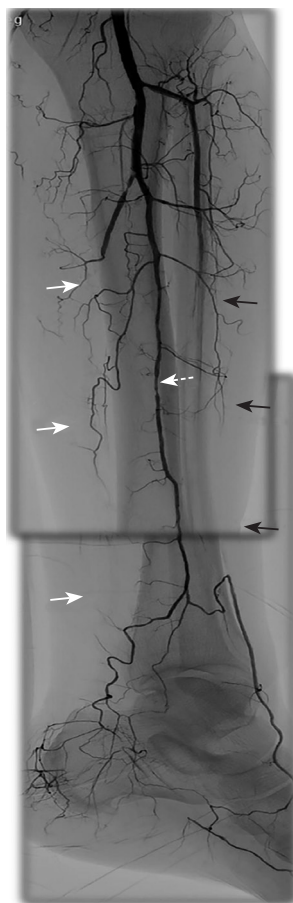


Рис. 6. Ангиограмма артерий левой голени до эндоваскулярного вмешательства.

Передняя большеберцовая артерия окклюзирована от ср/3 до дист/3 (черные стрелки), задняя большеберцовая артерия окклюзирована от пр/3 на всем протяжении (белые стрелки), малоберцовая артерия осуществляет кровоснабжение стопы по коллатералиям, в ср/3 имеет локальный стеноз на 80% (пунктирная стрелка)



Рис. 7. Ангиограмма артерий левой голени после реканализации и ангиопластики передней и задней большеберцовых артерий баллоном $3,0 \times 120$ мм давлением 8–12 атм.

ЗББА без выраженных диссекций (короткие белые стрелки указывают на зону баллонной ангиопластики); ПББА в устье имеет стеноз около 50% (длинная белая стрелка) и диссекцию в зоне баллонной ангиопластики (черные стрелки); малоберцовая артерия в ср/3 имеет стеноз на 80% (пунктирная стрелка)

на ангиограмме ЗББА без видимых остаточных стенозов и диссекций (рис. 7); ПББА проходима, в ср/3 определяется выраженная диссекция, компрометирующая кровоток (рис. 8), в связи с чем принято решение об имплантации скаффолда в ПББА.

Выполнена оптическая когерентная томография (ОКТ) ПББА, на которой визуализируется выраженная протяженная диссекция, с минимальной площадью артерии $2,87 \text{ мм}^2$, при референсном диаметре ПББА $3,3 \times 3,2$ мм, также обращают на себя внимание явления выраженного циркулярного кальциноза (см. рис. 8). В ср/3 ПББА имплантирован биорезорбируемый сосудистый каркас MeRes100 $3,25 \times 37$ мм (Meril, Индия) давлением 9 атм., с последующей оптимизацией целевого сегмента баллоном NC $3,25 \times 20$ мм (давлени-

ем до 14 атм.). Проведен ОКТ-контроль: достигнуты полное раскрытие и аппозиция скаффолда, минимальная площадь целевого сегмента составила $4,5 \text{ мм}^2$ (рис. 9). Дополнительно выполнена баллонная ангиопластика ср/3 МБА баллоном диаметром 3,0 мм (давлением 8–10 атм.). На контрольной ангиограмме магистральные артерии левой нижней конечности проходимы на всем протяжении, без признаков диссекции и перфорации (рис. 10).

Течение послеоперационного периода без особенностей. Пациент был выписан под наблюдение сосудистого хирурга по месту жительства. Через 1 мес пациент жалоб не предъявляет, на контрольном УЗДС кровотоков по артериям левой голени магистральный, ЛПИ на ПББА 0,94, на ЗББА – 0,90.

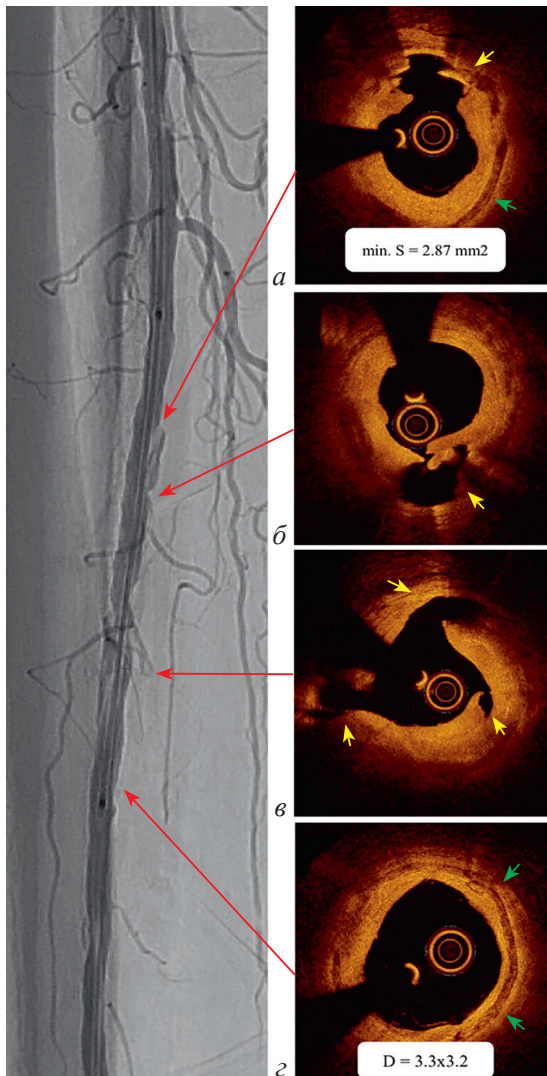


Рис. 8. Ангиограмма (слева) и ОКТ (справа) ср/3 передней большеберцовой артерии после реканализации и баллонной ангиопластики. Визуализируется выраженная диссекция:

а – минимальная площадь просвета артерии 2,87 мм², желтой стрелкой отмечена локальная диссекция, зеленой – кальций в стенке артерии; *б* – локальная диссекция с формированием параллельного канала (желтая стрелка); *в* – множественные диссекции (желтые стрелки); *г* – референсный диаметр передней большеберцовой артерии в малоизмененной зоне 3,3×3,2 мм, зелеными стрелками отмечен кальций в стенке артерии

Рис. 9. После имплантации скаффолда MeRes100 3,25×37 мм (проксимальный и дистальный края обозначены желтыми стрелками). По данным ОКТ – полная степень раскрытия и аппозиции скаффолда:

а – проксимальная треть скаффолда, зелеными стрелками обозначены балки; *б* – минимальная площадь просвета стента 4,5 мм²; *в* – дистальная треть скаффолда, зелеными стрелками отмечены балки

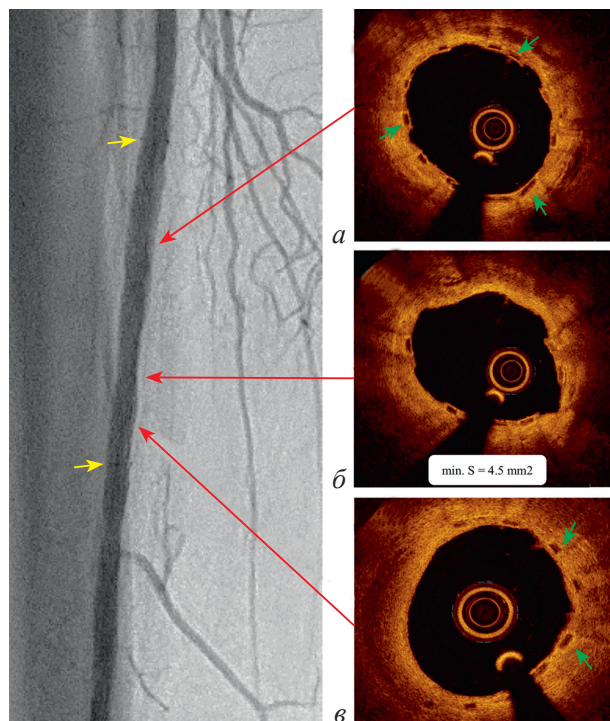




Рис. 10. Контрольная ангиограмма. Магистральные артерии левой голени проходимы на всем протяжении, остаточные стенозы после баллонной ангиопластики менее 20%, признаков выраженной диссекции нет

Обсуждение

Предпочтительной методикой эндоваскулярного лечения окклюзионно-стенотического поражения артерий голени в настоящее время признана баллонная ангиопластика с использованием баллонов с лекарственным покрытием (БЛП) [1]. Однако при этом не всегда удается достичь оптимальных результатов, чаще всего по причине развития выраженной диссекции, лимитирующей кровоток. Единственным вариантом для поддержания проходимости артерии в данном случае является имплантация коронарного стента, что имеет свои недостатки: травматизация и механическое воздействие на стенку артерии металлического каркаса (удлинение, перерастяжение, скру-

чивание) способствует увеличению частоты рестенозирования в целевом сегменте [2].

Лечение рестеноза внутри стента по сравнению с первичным вмешательством является более сложным, требует дополнительного инструментария и сопровождается менее благоприятными отдаленными результатами [3].

Современная концепция эндоваскулярной хирургии «Leave Nothing Behind» («ничего не оставлять после себя»), предложенная G. Massaro [4], позволила пересмотреть роль ранее не получивших широкого распространения биорезорбируемых сосудистых каркасов. Скаффолды первого поколения на основе полимеров молочной кислоты с покрытием эверолимус (Absorb, Abbot Vascular, Санта-Клара, Калифорния, США), предназначенные для имплантации в коронарные артерии, показали многообещающие результаты в снижении частоты рестеноза, свободы от реваскуляризации целевого поражения (РЦП) (96% в течение 1 года) и улучшении первичной проходимости (ПП) (90% в течение 1 года) в артериях голени [5, 6].

Однако анализ использования скаффолдов при лечении ИБС показал более высокую частоту тромбоза и развития инфаркта миокарда по сравнению с СЛП [7, 8], в связи с чем они были сняты с производства. Развитие тромбоза скаффолда в коронарных артериях было связано как с большей толщиной страт у биорезорбируемых сосудистых каркасов первого поколения (160 мкм) по сравнению со стандартными СЛП (100 мкм), так и с частым недораскрытием скаффолда и его мальаппозицией [9] в случаях имплантации без внутрисосудистой визуализации. В то же время у пациентов с ХИНК после имплантации скаффолдов в артерии голени отмечалась высокая отдаленная проходимость, что, вероятно, было обусловлено постоянным приемом антикоагулянтов.

Коронарные биорезорбируемые каркасы второго поколения компании Meril (Индия), имеющие профиль 100 мкм и покрытие на основе производных лимуса на биodeградируемом полимере, по заявлению производителей, лишены недостатков первых скаффолдов и становятся максимально приближенными по своим свойствам к металлическим СЛП, имея при этом такое неоспоримое преимущество, как полная резорбция каркаса через 2 года после имплантации.

Представленные выше клинические случаи являются первым в России опытом использования скаффолдов второго поколения в артериях голени. Еще одна особенность представленных случаев состоит в использовании методов внутрисосудистой визуализации, которая, по данным литературы, не имеет широкого распространения при лечении пациентов с ХИНК, хотя по аналогии с коронарными артериями их применение может существенно улучшить отдаленные результаты и значительно снизить риски осложнений, в том числе тромбозов и последующих окклюзий [10]. Исходя из нашего опыта, использование в качестве визуализации как ОКТ, так и ВСУЗИ продемонстрировало хорошие результаты. Оба метода помогают подобрать нужный диаметр скаффолда, оценить степень его раскрытия и аппозиции после вмешательства, а также оптимизировать после имплантации в случае необходимости. Преимуществом ОКТ стала высокая разрешающая способность (10–20 мкм) и возможность более точно визуализировать структуры артерии до имплантации и балки скаффолда – после, однако проведение ОКТ требует обязательного введения контрастного препарата, что лимитирует его использование у пациентов с нарушением функции почек. При использовании ВСУЗИ не всегда удается четко визуализировать балки скаффолда в связи с ограниченной разрешающей способностью, что не мешает при этом оценить конечный результат вмешательства.

В рандомизированном исследовании LIFE-VTK [11], включающем 261 пациента с рандомизацией 2:1 (лечение с использованием скаффолда или БАП), оценивались безопасность и эффективность скаффолдов нового поколения у пациентов с КИНК и поражением артерий голени. Было продемонстрировано превосходство биорезорбируемых каркасов над ангиопластикой по достижению первичной конечной точки через 1 год: отсутствие ампутаций, окклюзии целевой артерии, клинически обусловленной РЦП и бинарного рестеноза целевого поражения (74% против 44%; $p < 0,01$) [12]. Планируемый дальнейший срок наблюдения – в течение 5 лет. В другом исследовании, MOTIV BVS VTK, оценивались безопасность и эффективность скаффолдов при лечении первичных и повторных поражений артерий голени в 60 конечностях. Годичная ПП составила 90%, частота клини-

чески обусловленной РЦП – 3% [13]. Аналогичное исследование RESOLV I продемонстрировало 6-месячную свободу от РЦП 93% [14]. Данные исследования имеют ряд ограничений: отсутствие групп сравнения, непротяженная длина поражения и небольшой период наблюдения. В этих работах при имплантации использовался ангиографический контроль, без методик внутрисосудистой визуализации.

В настоящее время проводится рандомизированное клиническое исследование MOTIV ВТК, в котором планируется оценить эффективность скаффолдов второго поколения (отсутствие ампутаций, клинически обусловленной РЦП и окклюзии целевого сегмента) в течение 6 мес по сравнению с обычной БАП [15].

Следует также отметить отсутствие в мировой литературе рандомизированных исследований, сравнивающих скаффолды второго поколения и СЛП в лечении окклюзионно-стенотических поражений артерий голени.

Заключение

Биорезорбируемые сосудистые каркасы, являясь устройствами нового поколения, объединяют преимущества БЛП и СЛП. Использование внутрисосудистых методов визуализации позволяет получить оптимальный непосредственный результат процедуры. Необходимы дальнейшие клинические исследования, в том числе сравнивающие эффективность и безопасность скаффолдов второго поколения и СЛП, для их внедрения в повседневную клиническую практику, что позволит преодолеть проблему повторных вмешательств.

Литература/References

1. 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: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2024; 149 (24): e1313–e1410. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001251
2. Hoffmann R., Mintz G.S., Dussaillant G.R., Popma J.J., Pichard A.D., Satler L.F. et al. Patterns and mechanisms of in-stent restenosis. A serial intravascular ultrasound study. *Circulation*. 1996; 94 (6): 1247–1254. DOI: 10.1161/01.cir.94.6.1247
3. Weissler E.H., Wang Y., Gales J.M., Feldman D.N., Arya S., Secemsky E.A. et al. Cardiovascular and limb events following endovascular revascularization among patients ≥ 65 years old: an American College of Cardiology PVI

- Registry Analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (12): e024279. DOI: 10.1161/JAHA.121.024279
4. Massaro G., Maffi V., Russo D., Benedetto D., Bonanni M., Chiricolo G. et al. 'Leave nothing behind' strategy in coronary and peripheral artery disease: an insight into sirolimus-coated balloons. *EMJ Int. Cardiol.* 2022; 10 (1): 60–71. DOI: 10.33590/emjintcardiol/22-00078
 5. Ipema J., Kum S., Huizing E., Schreve M.A., Varcoe R.L., Hazenberg C.E. et al. A systematic review and meta-analysis of bioresorbable vascular scaffolds for below-the-knee arterial disease. *Int. Angiol.* 2021; 40 (1): 42–51. DOI: 10.23736/S0392-9590.20.04462-4
 6. Varcoe R.L., Menting T.P., Thomas S.D., Lennox A.F. Long-term results of a prospective, single-arm evaluation of everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds in infrapopliteal arteries. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97 (1): 142–149. DOI: 10.1002/ccd.29327
 7. Ellis S.G., Kereiakes D.J., Metzger D.C., Caputo R.P., Rizik D.G., Teirstein P.S. et al. Everolimus-eluting bioresorbable scaffolds for coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2015; 373 (20): 1905–1915. DOI: 10.1056/NEJMoa1509038
 8. Serruys P.W., Chevalier B., Sotomi Y., Cequier A., Carrié D., Piek J.J. et al. Comparison of an everolimus-eluting bioresorbable scaffold with an everolimus-eluting metallic stent for the treatment of coronary artery stenosis (ABSORB II): a 3 year, randomised, controlled, single-blind, multicentre clinical trial. *Lancet.* 2016; 388 (10059): 2479–2491. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32050-5
 9. Kraak R.P., Kajita A.H., Garcia-Garcia H.M., Henriques J.P.S., Piek J.J., Arkenbout E.K. et al. Scaffold thrombosis following implantation of the ABSORB BVS in routine clinical practice: insight into possible mechanisms from optical coherence tomography. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2018; 92 (2): E106–E114. DOI: 10.1002/ccd.27475
 10. Costantini C.R., Denk M.A., De Macedo R.M., Tarbini S.G., Santos M.F., Luize M.M. et al. Absorb bioresorbable vascular scaffold outcomes following implantation with routine intravascular imaging guidance. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97 (1): 48–55. DOI: 10.1002/ccd.28699
 11. Varcoe R.L., Parikh S.A., DeRubertis B.G., Jones-McMeans J.M., Teraphongphom N.T., Wang J. et al. Evaluation of an infrapopliteal drug-eluting resorbable scaffold: design methodology for the LIFE-BTK randomized controlled trial. *J. Soc. Cardiovasc. Angiogr. Interv.* 2023; 2 (4): 100964. DOI: 10.1016/j.jscv.2023.100964
 12. Varcoe R.L., DeRubertis B.G., Kolluri R., Krishnan P., Metzger D.C., Bonaca M.P. et al. Drug-eluting resorbable scaffold versus angioplasty for infrapopliteal artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2024; 390 (1): 9–19. DOI: 10.1056/NEJMoa2305637
 13. Rand T. MOTIV Bioresorbable BTK scaffold pilot study preliminary results through 6 months. In proceedings of the Leipzig Interventional Course. Leipzig, Germany; 2022.
 14. Secemski E. RESOLV FII 6-month results by rutherford classification. In proceedings of the vascular interventional advances. Las Vegas, NV, USA; 2023.
 15. ClinicalTrials.gov. MOTIV BTK Randomized Controlled Trial. Available at: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05406622> (accessed 23 December 2023).

Юбилей

К 70-летию Хамидуллина Айдар Фаязовича

10 апреля 2025 года исполняется 70 лет со дня рождения одного из выдающихся рентгенэндоваскулярных хирургов страны – заслуженного врача Республики Татарстан, лауреата Государственной премии Республики Татарстан, главного детского внештатного рентгенэндоваскулярного хирурга Министерства здравоохранения Республики Татарстан, заведующего отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения Детской республиканской клинической больницы Министерства здравоохранения Республики Татарстан, врача высшей категории Хамидуллина Айдар Фаязовича.

Айдар Фаязович родился в 1955 году в городе Казани. После окончания средней школы поступил на педиатрический факультет Казанского государственного медицинского института. Пройдя в 1978–1979 годах интернатуру по детской хирургии, он начал свою трудовую деятельность в должности детского хирурга в поликлинике клинической больницы № 2, где организовал амбулаторную хирургическую помощь в самом промышленном районе города. С 1983 года А.Ф. Хамидуллин бессменно работает в ДРКБ. В должности врача-уролога Айдар Фаязович одним из первых в стране начал внедрять в диагностику сосудистые исследования у детей с заболеваниями почек и мочевых путей, благодаря чему позднее появилась рабочая классификация изменений сосудов при обструктивных заболеваниях почек у детей, что имело большое значение для выбора хирургической тактики лечения и прогнозирования исходов заболевания.

В 1986 году для расширения объема сосудистых исследований у детей Айдар Фаязович переводится в рентгеновское отделение ДРКБ на должность хирурга-рентгенолога. Таким образом он становится первым детским рентгенэндоваскулярным хирургом Республики Татарстан. До официального признания нашей специальности «рентгенэндоваскулярные диагностика и лечение» оставалось еще 23 года...

В 1994 году в ДРКБ впервые устанавливается ангиографический комплекс и организуется отделение внутрисердечных и контрастных



методов диагностики и лечения. Заведующим отделением был назначен Хамидуллин Айдар Фаязович. И вот уже более 30 лет он успешно возглавляет это подразделение.

В 1996 году Айдар Фаязович впервые в Республике Татарстан проводит эндоваскулярную операцию ребенку с врожденным пороком сердца. Именно с этого времени начинается эра уникальных операций в Татарстане, выполнение которых в те годы возможно было только в Бакулевском центре. За время работы в этой должности под руководством А.Ф. Хамидуллина освоены и внедрены практически все методы эндоваскулярного лечения врожденных пороков сердца (баллонные ангиопластики, процедура Рашкинда, транскатетерное закрытие ОАП, ДМПП, ДМЖП, процедуры стентирования и т. д.). С 2010 года возглавляемое им отделение – в десятке лучших в России по количеству и качеству выполненных операций при врожденных пороках сердца.

Благодаря возможностям рентгенэндоваскулярных технологий в многопрофильной больнице республиканского уровня, при непосредственном участии Айдар Фаязовича внедрены высокотехнологичные методы лечения в уронефрологии – эндоваскулярное лече-

ние вазоренальной гипертонии, варикоцеле; в нейрохирургии – эндоваскулярная эмболизация артериовенозных мальформаций и аневризм сосудов головного мозга; в челюстно-лицевой хирургии, оториноларингологии, хирургии – эндоваскулярная эмболизация сосудистых новообразований.

Во всех сферах человеческой деятельности есть первооткрыватели, люди, несмотря ни на что выполняющие ту работу, в которую они верят, творящие добро во имя человечества. Айдару Фаязовичу удалось собрать в своем коллективе людей организованных, грамотных, удивительно отзывчивых и готовых помочь. Он сумел воспитать группу единомышленников, обладающих высоким профессионализмом, энтузиастов в области разработки и внедрения новых, современных методов и технологий.

В 2005 году А.Ф. Хамидуллин был награжден медалью «В память 1000-летия Казани», в 2019 году – медалью «За доблестный труд».

Всесторонне образованный и опытный клиницист, он увлеченно и плодотворно ведет научную, врачебную и педагогическую деятельность. Является председателем аккредитационной подкомиссии по специальности «рентгенэндоваскулярные диагностика и лечение».

Айдара Фаязовича отличают добросовестное отношение к делу, глубокое знание материала, преданность науке, безупречная честность, высокие нравственные качества. Главное в его жизни, как и в жизни каждого врача, – честное и бескорыстное служение человеку, маленькому человеку.

Редакционная коллегия журнала поздравляет дорогого Айдара Фаязовича с Юбилеем и желает ему благополучия и удачи.

*Редакционная коллегия
журнала «Эндоваскулярная хирургия»*