



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 29.09.2025

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 16,75

Усл. печ. л. 16,42

Уч.-изд. л. 15,45

Печать офсетная

Тираж 1000 экз.

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

**Подписной индекс**  
**АО Агентство «Роспечать» 10809**

**Журнал индексируется:**  
Российский индекс  
научного цитирования

ISSN 2409-4080



9 772409 408770 >

Эндоваскулярная хирургия  
2025; 12 (3): 275-408  
DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3

# ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал

Выходит один раз в три месяца

Основан в 2014 г.

DOI 10.24183/2409-4080

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

## 2025 • Т. 12 • № 3

### Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

### Зам. главного редактора

Абугов С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

### Ответственный секретарь

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

### Редакционная коллегия

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

### Редакционный совет

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



All-Russian Public Organization  
**Russian Scientific Society  
of Endovascular Diagnostic  
and Treatment Specialists**  
www.endovascular.ru

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

#### Editorial Office

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

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

#### The journal is indexed:

Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery  
2025; 12 (3): 275-408  
DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3

# Russian Journal of Endovascular Surgery

## Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

DOI: 10.24183/2409-4080

### 2025 • Vol. 12 • No. 3

#### Editor-in-Chief

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

#### Deputy Editors

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

#### Executive Secretary

Staferov A.V., PhD (Moscow)

#### Editorial Board

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

#### Advisory Board

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

---

## Эндоваскулярная хирургия

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

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

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

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

Индексируется в Российском индексе научного цитирования.

Выходит один раз в три месяца.

Публикация статей в журнале бесплатная.

## Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya)

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

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

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

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

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

От главного редактора

280 From the Editor-in-Chief

*Обзоры**Reviews*

*Тер-Акопян А.В., Долгов С.А., Абрамов А.С.* Кальцинированные узлы как причина развития острого коронарного синдрома

282 *Ter-Akopyan A.V., Dolgov S.A., Abramov A.S.* Calcified nodules as a cause of acute coronary syndrome

*Абасов Ф.Х., Алекаян Б.Г., Махачев О.А.* Рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения варикозной болезни вен малого таза у женщин

298 *Abasov F.Kh., Alekayan B.G., Makhachev O.A.* Endovascular diagnosis and treatment of pelvic congestion syndrome in women

*Оригинальные статьи**Original articles*

*Марданян Г.В., Карук М.В., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Пиркова А.А., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Сафонова В.М., Попов С.О., Абузов С.А.* Ближайшие результаты транскатетерной имплантации аортального клапана с использованием баллонорасширяемых и самораскрывающихся клапанов у пациентов с трехстворчатой анатомией аортального клапана

309 *Mardanyan G.V., Karuk M.V., Polyakov R.S., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Pirkova A.A., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Safonova V.M., Popov S.O., Abuzov S.A.* Early outcomes of transcatheter aortic valve implantation using balloon-expandable and self-expandable valves in patients with tricuspid aortic valve anatomy

*Малеванный М.В., Коробка В.Л., Хрипун А.В., Малеванная А.Ю., Хван Е., Петручик О.В.* Оценка результатов стентирования при симптомном стенозе внутренней сонной артерии

319 *Malevanny M.V., Korobka V.L., Khripun A.V., Malevannaya A.Yu., Khvan E., Petrushik O.V.* Evaluation of stenting outcomes in symptomatic internal carotid artery stenosis

*Струценко М.В., Полянский В.Д., Логвиненко Р.Л., Муртазалиева Д.М., Сошина Т.Д., Герасимов С.А., Парфенов И.П.* Сравнительный анализ эффективности эндоваскулярного лечения у пациентов с тандемным и одноуровневым поражением при ишемическом инсульте

329 *Strutsenko M.V., Polyanskiy V.D., Logvinenko R.L., Murtazaliev D.M., Soshina T.D., Gerasimov S.A., Parfenov I.P.* Comparative analysis of the efficacy of endovascular treatment in patients with tandem and single-level lesion in ischemic stroke

*Струценко М.В., Логвиненко Р.Л., Муртазалиева Д.М., Полянский В.Д., Полянцев А.С., Осипов И.Ю., Парфенов И.П.* Эндоваскулярное лечение инсульта пробуждения в условиях скорпомощного стационара: клинический опыт и результаты

337 *Strutsenko M.V., Logvinenko R.L., Murtazaliev D.M., Polyanskiy V.D., Polyantsev A.S., Osipov I.Yu., Parfenov I.P.* Endovascular treatment of wake-up stroke in an emergency hospital: clinical experience and results

*Клинические наблюдения**Case reports*

*Васильев Д.К., Араблинский Н.А., Шукуров Ф.Б., Феценко Д.А., Талиуридзе М.Т., Шаноян А.С., Драпкина О.М.* Имплантация биорезорбируемых стентов нового поколения под контролем внутрисосудистой визуализации

347 *Vasiliev D.K., Arablinskiy N.A., Shukurov F.B., Feshchenko D.A., Taliuridze M.T., Shanoyan A.S., Drapkina O.M.* Implantation of next-generation bioresorbable stents under intravascular imaging guidance

*Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Донакян С.А., Сагымбаев Б.А., Бадеев К.Ю., Стаферов А.А., Папиташивили В.Г., Голухова Е.З.* Современные возможности этапного эндоваскулярного лечения пациента с мультифокальным атеросклерозом и тяжелой сопутствующей патологией

357 *Petrosyan K.V., Dadabaev G.M., Donakanyan S.A., Sagymbaev B.A., Badeev K.Yu., Staferov A.A., Papitashvili V.G., Golukhova E.Z.* Contemporary transcatheter approaches to staged interventional treatment in a patient with multifocal atherosclerosis and severe comorbid conditions

- Марданыян Г.В., Карук М.В., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Пиркова А.А., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Сафонова В.М., Попов С.О., Абузов С.А.* Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациента с гигантским фиброзным кольцом 365
- Mardanyan G.V., Karuk M.V., Polyakov R.S., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Pirkova A.A., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Safonova V.M., Popov S.O., Abuzov S.A.* Transcatheter aortic valve implantation in a patient with a giant fibrous annulus
- Кавтеладзе З.А., Ермолаев П.М., Даниленко С.Ю., Ткачева О.Н.* Эндоваскулярное лечение эндолика IA типа через 15 лет после эндоваскулярного лечения аневризмы брюшной аорты 372
- Kavteladze Z.A., Ermolaev P.M., Danilenko S.Yu., Tkacheva O.N.* Endovascular treatment of type IA endoleak 15 years after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm
- Кавтеладзе З.А., Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Ткачева О.Н.* Эндоваскулярное лечение гигантской изолированной аневризмы внутренней подвздошной артерии в сочетании с артериовенозной мальформацией нижних конечностей 384
- Kavteladze Z.A., Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Tkacheva O.N.* Endovascular treatment of giant isolated aneurysm of the internal iliac artery combined with arterio-venous malformation of the lower extremities
- Щеголев А.А., Папоян С.А., Амирханян Д.С., Сыромятников Д.Д., Асатурян К.С.* Ротационная атерэктомия при тромбозе аортоподвздошного сегмента 398
- Shchegolev A.A., Papoyan S.A., Amirkhanyan D.S., Syromyatnikov D.D., Asaturyan K.S.* Rotational atherectomy for the treatment of iliac limb thrombosis

**Некролог**

Памяти Павла Анатольевича Болотова

406 In memory of Pavel Anatolevich Bolotov

Памяти Владимира Ильича Прокубовского

407 In memory of Vladimir Ilich Prokubovskiy

**Obituary**

## От главного редактора

### Уважаемые коллеги!

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

Открывает номер обзорная статья А.В. Тер-Акопяна, С.А. Долгова и А.С. Абрамова, посвященная одной из наиболее комплексных форм кальцинированного поражения коронарных артерий – кальцинированным узлам, в которой обобщены современные представления об их связи с развитием острого коронарного синдрома на основании результатов внутрисосудистых методов визуализации. В следующей обзорной работе – Ф.Х. Абасова, Б.Г. Алеяна и О.А. Махачева подробно освещены возможности рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения варикозной болезни вен малого таза у женщин.

Раздел оригинальных статей открывает работа Г.В. Марданяна, М.В. Карук, Р.С. Полякова и соавт., в которой представлены ближайшие результаты транскатетерной имплантации аортального клапана с использованием баллонорасширяемых и самораскрывающихся эндопротезов при трехстворчатой анатомии. Продолжает раздел статья М.В. Малеванного, В.Л. Коробки, А.В. Хрипуна и соавт., содержащая оценку основных результатов стентирования при симптомном стенозе внутренней сонной артерии. Следующая оригинальная статья – М.В. Струценко, В.Д. Полянского, Р.Л. Логвиненко и соавт. посвящена сравнительному анализу эффективности эндоваскулярного лечения у пациентов с тандемным и одноуровневым поражением при острых нарушениях мозгового кровообращения по ишемическому типу. Завершает раздел работа М.В. Струценко, Р.Л. Логвиненко, Д.М. Мурта-



залиева и соавт., в которой приведен анализ клинического опыта и результатов эндоваскулярного лечения инсульта пробуждения в условиях скоропомощного стационара.

Раздел клинических наблюдений открывает работа Д.К. Васильева, Н.А. Араблинского, Ф.Б. Шукурова и соавт., содержащая описание серии клинических случаев по имплантации биорезорбируемых стентов нового поколения под контролем внутрисосудистой визуализации. В следующем клиническом наблюдении К.В. Петросян, Г.М. Дадабаев, С.А. Донаканян и соавт. показали современные возможности этапного эндоваскулярного лечения пациента с мультифокальным атеросклерозом и тяжелой сопутствующей патологией. Г.В. Марданян, М.В. Карук, Р.С. Поляков и соавт. в своей работе представили клинический случай транскатетерной имплантации аортального клапана у пациента с гигантским фиброзным кольцом. Продолжает раздел клинических наблюдений работа З.А. Кавтеладзе, П.М. Ермолаева, С.Ю. Даниленко и О.Н. Ткачевой, в которой приведены результаты эндоваскулярного лечения эндолика IA типа через 15 лет после эндоваскулярного лечения аневризмы брюшной аорты.

В следующей статье авторов З.А. Кавтеладзе, С.Ю. Даниленко, П.М. Ермолаева и О.Н. Ткачевой описан клинический случай эндоваскулярного лечения гигантской изолиро-

ванной аневризмы внутренней подвздошной артерии в сочетании с артериовенозной мальформацией нижних конечностей. Завершает раздел работа А.А. Щеголева, С.А. Папомяна, Д.С. Амирханяна и соавт., в которой представлены клинические случаи успешного выполнения ротационной атерэктомии при тромбозе аортоподвздошного сегмента.

Мы уверены, что включенные в третий номер 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.

С огромным сожалением информируем вас, что наше профессиональное сообщество

понесло тяжелые утраты. На 65-м году жизни скоропостижно скончался заслуженный врач Российской Федерации, доктор медицинских наук, выдающийся специалист в области рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения Павел Анатольевич Болотов. На 96-м году ушел из жизни наш коллега, выдающийся советский и российский ученый, один из основоположников рентгенэндоваскулярной хирургии в СССР и Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Владимир Ильич Прокубовский. Память о Владимире Ильиче Прокубовском и Павле Анатольевиче Болотове навсегда останется в сердцах родных, коллег и близких друзей. Выражаем наши самые искренние соболезнования.

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

*Обзоры*

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.127-005.8

**Кальцинированные узлы как причина развития острого коронарного синдрома***А.В. Тер-Акопян* ✉, *С.А. Долгов*, *А.С. Абрамов*

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**Резюме**

Кальцинированные узлы являются одной из причин развития острого коронарного синдрома, которые с точки зрения патоморфологии, в отличие от классического разрыва фиброзной покрышки или эрозии атеросклеротической бляшки, представляют собой протрузию кальцинированных компонентов атеросклеротической бляшки, с последующей дезэндотелизацией и тромбообразованием. Пациенты с данной патологией составляют группу высокого риска, ассоциированную с распространенным коронарным атерокальцинозом, почечной дисфункцией и сахарным диабетом, а также имеют специфическую локализацию при атеросклеротическом поражении коронарного дерева. Чрескожные коронарные вмешательства у этой группы пациентов часто сопряжены с техническими сложностями и неоптимальными результатами, в том числе при стабильной ишемической болезни сердца. Целью представленного обзора является обобщение имеющихся данных о кальцинированных узлах с учетом развития внутрисосудистых методов визуализации.

**Ключевые слова:** кальцинированные узлы, чрескожное коронарное вмешательство, острый коронарный синдром, внутрисосудистая визуализация, кальциноз коронарных артерий, ишемическая болезнь сердца

**Для цитирования:** Тер-Акопян А.В., Долгов С.А., Абрамов А.С. Кальцинированные узлы как причина развития острого коронарного синдрома. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 282–297. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-282-297

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.07.2025  
Принята к печати 09.09.2025

**Calcified nodules as a cause of acute coronary syndrome***A.V. Ter-Akopyan* ✉, *S.A. Dolgov*, *A.S. Abramov*

Central Clinical Hospital with Polyclinic, Moscow, Russian Federation

✉ **Armen V. Ter-Akopyan**, Dr. Med. Sci., Head of the 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**Abstract**

Calcified nodules represent one of the causes of acute coronary syndrome. From a pathomorphological perspective, unlike the classical rupture of a fibrous cap or erosion of an atherosclerotic plaque, calcified nodules are characterized by the protrusion of calcified components of an atherosclerotic plaque, followed by deendothelialization and thrombus formation. Patients with this pathology constitute a high-risk group, typically associated with extensive coronary artery calcification, renal dysfunction, and diabetes mellitus, as well as with specific localization patterns of atherosclerotic involvement within the coronary tree. Percutaneous coronary interventions in this patient population are associated with technical challenges and suboptimal outcomes, including cases of stable ischemic heart disease. The purpose of this review is to summarize current knowledge on calcified nodules, taking into account recent advances in intravascular imaging techniques.

**Keywords:** calcified nodules, percutaneous coronary intervention, acute coronary syndrome, intravascular imaging, coronary artery calcification, ischemic heart disease

**For citation:** Ter-Akopyan A.V., Dolgov S.A., Abramov A.S. Calcified nodules as a cause of acute coronary syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 282–297 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-282-297

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

Received July 14, 2025  
Accepted September 9, 2025

## Введение

В конце прошлого века считалось, что внезапная коронарная смерть возникает вследствие разрыва атеросклеротической бляшки (АСБ) с последующим тромбозом сосуда [1]. После ряда исследований в 2000 г. эта концепция была пересмотрена и впервые описаны три типа поражений, выявленных при аутопсии, которые лежали в основе коронарного тромбоза: разрыв АСБ, эрозия АСБ и кальцинированные узлы (КУ) [2]. Кальцинированный узел был описан как выступающее узловое образование при фиброзно-кальцинированном поражении артерии.

С развитием внутрисосудистых методов визуализации (ВМВ) появилась возможность определять КУ *in vivo* [3]. Кроме того что КУ являются типом поражения, которое встречается у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) [4], они также встречаются при хронической ишемической болезни сердца (ХИБС) [5]. Впоследствии были выявлены два типа КУ, которые имеют разное клиническое

значение: эруптивные (изверженные) и неэруптивные (неизверженные) [6].

В последние годы повышенный интерес к этой морфологии поражения привел к тому, что появилось множество наблюдательных исследований, посвященных КУ, в том числе изучению влияния КУ на развитие ОКС. В настоящем обзоре удалось суммировать имеющиеся данные о механизме развития, возникновения, распространенности и клинической значимости КУ, уделив особое внимание значимому эффекту от ВМВ на диагностику, результаты и стратегию чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

## Морфология и гистология кальцинированных узлов

Кальцинированные узлы можно разделить на два типа в зависимости от целостности фиброзной капсулы. Первый тип – это кальцинированные выступы, или неэруптивные КУ, которые в предыдущих работах были описаны как узловая кальцификация. Гисто-

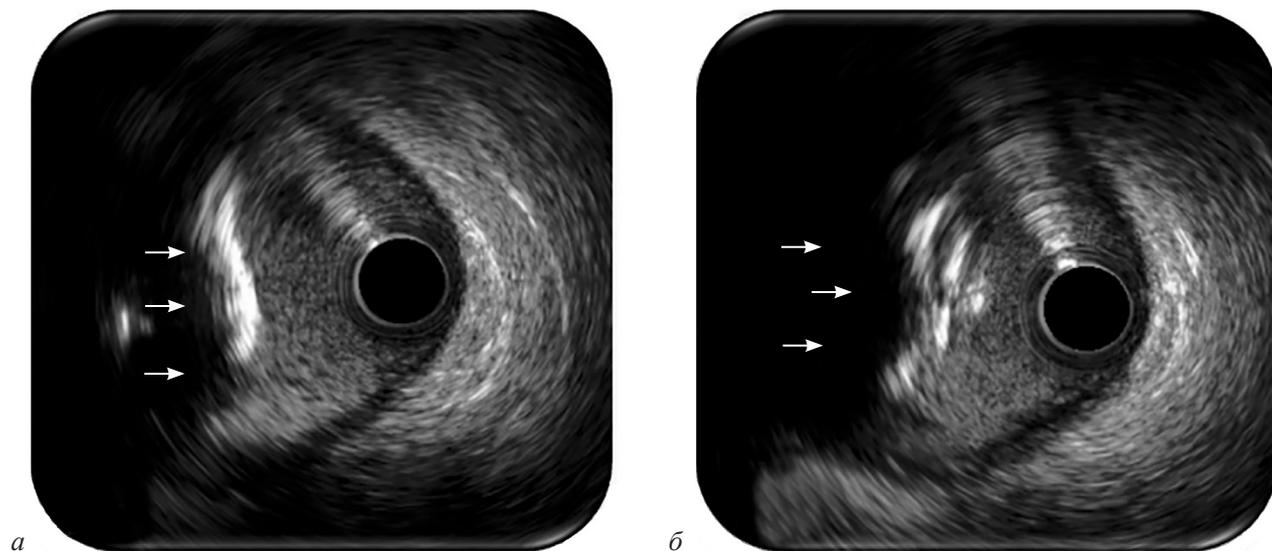


Рис. 1. Кальцинированные узлы, визуализируемые при внутрисосудистом ультразвуковом исследовании:

*а* – неэруптивные КУ; *б* – эруптивные КУ

логически эти выступы представлены участками узлового кальция, часто сопровождаются фиброзным компонентом и покрыты толстой неповреждённой фиброзной капсулой. Второй тип – эруптивные КУ, которые в ранее представленных исследованиях обозначались просто как кальцинированные узлы (рис. 1). Гистологически эруптивные КУ состоят из множественных узловых фрагментов кальция, выступающих, изверженных в просвет артерии, с характерным разрывом фиброзной капсулы, а также часто покрытых тромботическим компонентом [7].

### Локализация и частота встречаемости кальцинированных узлов

Наиболее распространенной локализацией КУ являются извитые правые коронарные артерии (ПКА), частота их встречаемости варьирует от 28 до 71% случаев, преимущественно в проксимальном и среднем сегментах [7–13]. В одном из исследований было продемонстрировано, что в 48% случаев КУ встречались при устьевых поражениях ПКА, выявленных при помощи внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) [14]. Проксимальные и средние сегменты передней нисходящей артерии (ПНА) также являются распространёнными местами образования КУ – от 7,6 до 64,8% случаев. Реже КУ встречаются при поражении бифуркации ствола левой коронарной артерии (ЛКА) (до 19,2%

случаев) и огибающей артерии (ОА) (3,8–26%) [7–13]. Также в 11% случаев КУ встречаются в венозных шунтах [8]. В некоторых исследованиях эруптивные КУ чаще обнаруживались в ПКА по сравнению с неэруптивными КУ [9] (рис. 2).

### Диагностика кальцинированных узлов в клинической практике

Чувствительность ангиографии по сравнению с ВСУЗИ в диагностике КУ низкая и составляет от 18 до 30% [6, 14], а по сравнению с оптической когерентной томографией (ОКТ) – около 37% [15]. В одном из исследований предпринята попытка разобраться с ангиографически определяемой рентген-прозрачной тромботической массой, которая имеет схожую ангиографическую картину с кальцинированным узлом, а также сравнить результаты с данными ОКТ [16]. Было получено положительное прогностическое значение 94,7% при диагностике КУ на ОКТ, особенно для крупных узлов. В этом исследовании многие кальцинированные узлы оставались ангиографически неопределёнными, даже несмотря на то, что ангиография часто переоценивает тяжесть поражения.

В работе J.B. Lee et al. (2011 г.) опубликованы данные гистологической валидации ВСУЗИ при диагностике КУ [3]. Основными признаками по данным ВСУЗИ в режиме серой шкалы являются: 1) выпуклая по-

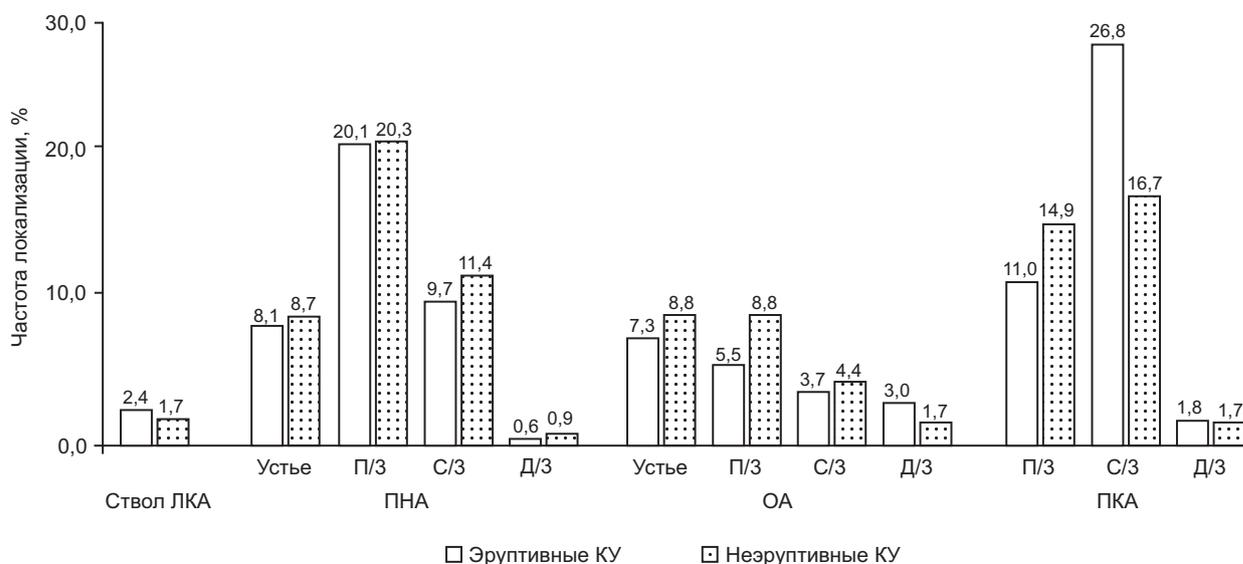


Рис. 2. Распределение кальцинированных узлов по локализации в коронарных артериях (%) (адаптировано из: Sato T. et al., 2023 г. [9])

верхность просвета (чувствительность 94,1%, специфичность 88,4%); 2) неровная поверхность просвета (чувствительность 64,7%, специфичность 88,4%). Однако ВСУЗИ не позволяет достаточно надежно дифференцировать именно типы КУ.

Н. Jia et al. (2013 г.) в свою очередь предложили критерии ОКТ для диагностики КУ [17]: АСБ с разрывом фиброзной капсулы в сочетании с выступающими кальцинированными компонентами в просвет артерии; наличие поверхностного кальция проксимальнее и/или дистальнее. Эти критерии соответствуют эруптивным КУ у пациентов с ОКС. ОКТ предпочтительна для определения эруптивных КУ и неэруптивных КУ *in vivo* [9, 10], а также позволяет дифференцировать КУ от классического поверхностного слоя кальция [18–20] (рис. 3).

Важно отметить, что только гистологическое исследование аутопсийного материала позволяет установить окончательный диагноз КУ и оценить состояние эндотелиального слоя. И в связи с тем, что это невозможно установить в реальной клинической практике, ОКТ даёт такую возможность и позволяет дифференцировать типы КУ, хотя систематической валидации метода ОКТ с гистологией не проводилось. Как упоминалось ранее, эруптивные КУ, так же как и неэруптивные КУ, на ОКТ могут имитировать крупный выступающий красный тромб. Это может потенциально привести к ошибочной реваскуля-

ризации стабильного поражения с неэруптивными КУ, но в целом клинические данные могут дополнить информацию и помочь уточнить диагноз [21].

### Распространенность КУ и профиль пациентов

Частота встречаемости КУ у пациентов возрастает при наличии следующих факторов: пожилой возраст, сахарный диабет (СД), перенесенное в анамнезе аортокоронарное шунтирование, а также хроническая болезнь почек (ХБП), особенно у пациентов с терминальной стадией, которым выполняется процедура гемодиализа [4, 5, 11, 12, 14–17, 22–33]. Дополнительные факторы, связанные с КУ, которые встречались в некоторых исследованиях, включали артериальную гипертензию (АГ), ранее выполненное ЧКВ, инсульт в анамнезе и наличие дислипидемии [17, 23, 24, 26, 30–33]. Также при длительной гиполипидемической терапии меняется соотношение структуры АСБ в сторону выраженного атерокальциноза и, таким образом, увеличивается риск формирования КУ [34].

Впервые КУ были идентифицированы как этиологический фактор развития коронарного тромбоза в 2–3,6% случаев согласно данным патоморфологических исследований [2, 7]. При обследовании *in vivo*, по данным нескольких обсервационных исследований, КУ выступали «виновным» поражением у 3–18%



Рис. 3. Кальцинированные узлы, визуализируемые при ОКТ (адаптировано из: Riley R.F. et al., 2024 г. [10]):

*а* – неэруптивные КУ; *б* – эруптивные КУ

пациентов с ОКС [4, 17, 18, 20, 22, 30, 32, 35–38]. Распространённость КУ возрастала до 30–48% среди пациентов с выраженным коронарным кальцинозом [4, 26] и достигала 50% среди тех, кому требовалось проведение ротационной атерэктомии [24]. У пациентов с ОКС КУ гораздо чаще выявлялись при инфаркте миокарда без подъема сегмента ST, чем при инфаркте с подъемом сегмента ST [17, 32, 38]. В подгруппе пациентов с инфарктом миокарда или ишемией без обструктивного поражения коронарных артерий (MINOCA/INOCA) применение ОКТ позволило установить, что КУ как «виновные» поражения встречались с частотой до 11% случаев [39].

В исследовании PROSPECT было показано, что КУ являются часто встречающимся типом поражения и маркером стабильной ишемической болезни сердца [5, 40]. У пациентов с ОКС для оценки инфаркт-несвязанных поражений ВСУЗИ выполнялось во всех основных магистральных артериях: КУ присутствовали в 17% артерий у 30% пациентов. При последующем наблюдении КУ ассоциировались со стабильным течением заболевания и были связаны с меньшим количеством неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (5,1% по сравнению с 12,7% у пациентов без КУ) в течение 3-летнего периода наблюдения. Эти результаты были подтверждены в ряде других исследований [22, 36].

Позднее в проспективном регистре CLIMA проведена оценка передней нисходящей артерии вне зоны целевого поражения с использованием ОКТ у пациентов, у которых в 50% случаев был диагностирован ОКС [41]. КУ были выявлены у 17,9% пациентов. После определения типа КУ пациенты с эруптивными КУ имели значительно больше неблагоприятных событий, чем пациенты без КУ (20% против 3,28%), тогда как у пациентов с неэруптивными КУ частота событий была низкой и не отличалась от таковой в группе без КУ (2,7% против 3,28%) [42].

Недавнее исследование с использованием ОКТ и динамическим контролем кальцинированных поражений без ЧКВ дало дополнительные данные о естественном течении КУ. За 18 мес наблюдения частота возникновения новых КУ составила около 7%. Факторы, ассоциированные с развитием КУ, включали липидную инфильтрацию и выраженную подвижность стенки артерии в зоне поражения,

а также наличие исходно более выраженного атерокальциноза [43].

### Результаты ЧКВ при кальцинированных узлах

Более ранние публикации не выявили разницы в результатах ЧКВ при поражениях с КУ и АСБ с разрывами или эрозиями. Кроме того, в этих исследованиях не использовались ВМВ во время вмешательства и исходно было включено малое количество случаев с КУ [22]. Большая часть последующих работ с применением ВМВ показала, что по сравнению с другими поражениями КУ ассоциируются с меньшей минимальной площадью просвета стента (МППС), более выраженным недостаточным раскрытием стента и более низким индексом симметричности стента (0,65–0,87 против 0,75–0,93), а также с большей частотой диссекции на краю стента (44–73% против 10–43%) и неоптимальной аппозицией страт стента (63–96% против 27–79%) [11, 14, 18, 19, 23, 26, 30, 32].

Также среди всех кальцинированных поражений при наличии КУ отмечаются наихудшие результаты стентирования [11, 18, 19, 26]. Даже при сопоставимых значениях МППС в группах с наличием КУ требовалось чаще применять методы модификации АСБ для достижения оптимальных результатов (ротационная атерэктомия: 6–80% против 0–14%, режущие баллоны: 26% против 5%) [11, 30, 32]. После ротационной атерэктомии и использования режущих баллонов поражения с КУ демонстрировали меньшее количество случаев надлома кальция по сравнению с концентрическими кальцинированными поражениями [13].

Кроме того, поражения с КУ ассоциируются с худшими отдалёнными результатами после ЧКВ. В сравнении с другой морфологией поражений при ОКС КУ демонстрировали более высокую общую частоту неблагоприятных событий после имплантации стентов с лекарственным покрытием, в основном за счёт более высокой частоты повторной реваскуляризации целевого поражения и рецидивов ОКС. В большинстве исследований примерно у 1/3 пациентов при поражении с КУ наблюдалось неблагоприятное событие в течение одного года наблюдения [8, 23, 30, 32]. Эти данные были подтверждены в исследовании

с использованием баллонов с лекарственным покрытием [37]. Похожие неблагоприятные результаты наблюдались у пациентов с ХИБС [31], а также в исследованиях, в которые были включены устьевые поражения ПКА [14] или подгруппы пациентов с онкологическими заболеваниями и терминальной ХБП [11, 25, 27].

В исследовании T. Sato et al. (2023 г.) были проанализированы результаты имплантации стента с лекарственным покрытием с учетом типа КУ для демонстрации отличий между эруптивными и неэруптивными КУ после ЧКВ. У пациентов с эруптивными КУ отмечались меньшая частота неполной аппозиции страт стента (55% против 73%) и лучшее раскрытие стента в зоне КУ (81% против 89%), а также более округлая форма стента, несмотря на более частую протрузию КУ внутрь просвета стента (58% против 33%). У пациентов с неэруптивными КУ стенты имели более эллипсоидную форму из-за меньшей модификации узла [9]. В исследовании F. Lei et al. (2022 г.) также показаны более высокая частота надломов кальция и более благоприятный индекс симметричности стента при эруптивных КУ по сравнению с неэруптивными [18]. Однако частота повторной реваскуляризации в течение двухлетнего периода наблюдения была выше в группе эруптивных КУ (18% против 9%) [9]. S. Narui et al. в своём регистре подтвердили различия в отдаленных результатах у пациентов в зависимости от типа КУ, в том числе у тех, кому проводилась ротационная атерэктомия [44].

### Методы модификации АСБ с кальцинированными узлами

Исследования по безопасности и эффективности методов модификации АСБ при наличии кальцинированного поражения с КУ немногочисленны. Модификация кальция в некоторых группах исследований практически не применялась [14, 19, 26], а в других группах наиболее часто использовались баллоны высокого давления, баллоны с режущими насечками или режущие баллоны (в 30–68% случаев), а также ротационная атерэктомия (до 80%). Реже применялись орбитальная атерэктомия (до 27% случаев), внутрисосудистая литотрипсия (до 3%) и эксимерная лазерная коронарная атерэктомия (до 3% случаев) [9–11, 30, 32].

Ротационная атерэктомия характеризуется низкой частотой осложнений при поражениях с КУ, сопоставимой с таковой при других кальцинированных поражениях [10, 12, 24]. Только в одном исследовании была показана более высокая частота периоперационного инфаркта [29]. Приведенные данные об эффективности ротационной атерэктомии содержат двойственные результаты: в одних исследованиях сообщалось об эффективном увеличении МППС у пациентов с КУ, тогда как в других указывалось на значительное недораскрытие стента [29, 45]. Несмотря на полученные данные, отдаленные результаты после ротационной атерэктомии при КУ оказались неоптимальными и характеризовались высокой частотой неблагоприятных событий, в основном за счет повторной реваскуляризации целевого поражения, инфаркта миокарда [24, 29] и даже тромбоза стента в работе S. Narui et al. (2024 г.). По данным одноцентрового регистра было показано, что при кальцинированных поражениях с эруптивными и неэруптивными КУ непосредственные результаты были сопоставимы, однако в группе с эруптивными КУ регистрировалось большее количество неблагоприятных событий в отдалённом периоде [44].

Число исследований, посвящённых безопасности и эффективности внутрисосудистой литотрипсии при КУ, минимально [8, 46–48]. Анализ подгрупп в исследованиях DISRUPT CAD I–IV показал сопоставимую эффективность внутрисосудистой литотрипсии при КУ по сравнению с результатами ЧКВ с некальцинированными поражениями без использования литотрипсии [8]. Частота фрагментации кальция составляла от 15 до 78%, а деформируемость КУ – от 41 до 100%. Эруптивные КУ, как правило, легко деформируются в отличие от неэруптивных КУ. Только в одном проспективном исследовании сообщалось об отдалённых результатах у 21 пациента с неэруптивными КУ: частота больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий через 1 год составила 9,5%. Во всех исследованиях внутрисосудистая литотрипсия продемонстрировала свою безопасность и эффективность применения во время вмешательств.

Безопасность и эффективность орбитальной атерэктомии и эксимерного коронарного лазера при КУ исследовались только в отдельных клинических наблюдениях. В небольшом исследовании N. Pinilla-Echeverri et al. при

выраженном коронарном атерокальцинозе, которое в 50% случаев включало поражение с КУ, оценивалось применение баллона сверхвысокого давления (OPN). Сообщалось об оптимальном раскрытии стента в 80% и надломе кальция в 98% случаев, при этом была зафиксирована лишь одна диссекция, ограничивающая кровотоки [49].

### Рестеноз стента и внутрискелетные КУ

Частота внутрискелетных КУ составляет от 5 до 10% от всех случаев рестеноза стентов [50, 51], а при устьевых поражениях ПКА – достигает 11% [52]. В работе 2020 г. N. Nakamura et al. предлагают три возможных механизма образования внутрискелетных КУ в зависимости от времени с момента имплантации стента [53]. В течение первых месяцев после имплантации стента происходит протрузия или прорастание существующего КУ через ячейки стента [26, 37, 44, 54]. В дальнейшем имеет место фрагментация подлежащего кальциевого слоя, которая произошла при первичной имплантации стента с формированием КУ, который впоследствии прола-

бирует сквозь страты стента. В отдалённом периоде – *de novo* происходит формирование КУ вследствие прогрессирования неоатеросклероза в стенте [53].

В ряде работ повторное возникновение КУ было наиболее частой причиной рестеноза стента после первичного стентирования поражения с КУ. В группе с КУ частота рестеноза с внутрискелетными КУ варьировала от 52 до 80% случаев, тогда как в группе без КУ они встречались реже, до 10% случаев [11, 28, 32]. Рестеноз в стенте из-за повторного возникновения КУ чаще встречался в течение первых 3–12 мес после ЧКВ (рис. 4). После 12 мес наблюдения при рестенозе стента в большей степени встречалась гиперплазия интимы [28, 51].

Существуют данные, которые указывают на различия между эруптивными и неэруптивными КУ по временному критерию и механизмам рестеноза. Согласно T. Sato et al., в группе эруптивных КУ рестеноз и повторная реваскуляризация целевого поражения происходили преимущественно в первый год, из которых 70% составили внутрискелетные КУ [9]. В группе неэруптивных КУ рестенозы отмечались после 12 мес и были связаны с недостаточ-

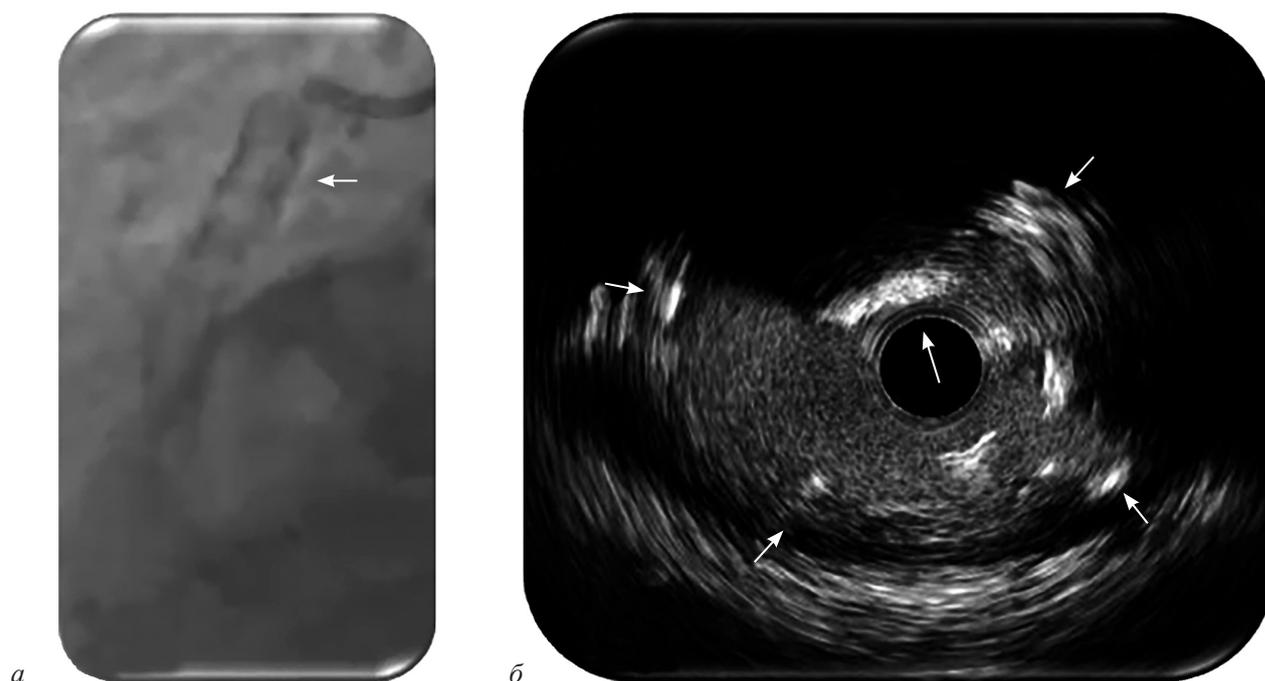


Рис. 4. Рестеноз стента с КУ:

*а* – при ангиографии визуализируется полностью раскрытый стент; стрелка указывает на зону рестеноза; *б* – рестеноз стента с визуализацией КУ внутри просвета стента по данным ВСУЗИ; стрелки по краям указывают на страты (балки) стента, стрелка в центре – на КУ

ным раскрытием стента. Другое исследование с контролем ОКТ через 8 мес после ротационной атерэктомии при исходном поражении с эруптивными КУ показало, что возникновение внутрискелетных КУ происходит в 54% случаев, а при исходном поражении с неэруптивными КУ – полностью отсутствует [44].

Результаты после ЧКВ при рестенозе стента, вызванном внутрискелетными КУ, получаются неоптимальными. T. Tada et al. сообщили о более высоких показателях повторного рестеноза и повторной реваскуляризации целевого поражения через 6–8 мес в группе внутрискелетных КУ по сравнению с группой без КУ [50]. В другом исследовании с использованием баллонов с лекарственным покрытием частота неблагоприятных событий составила 85% через 3 года в группе внутрискелетных КУ по сравнению с 17% – в контрольной группе [51]. Согласно H. Jinnouchi et al., внутрискелетные КУ ассоциировались с повторной реваскуляризацией [55] в отличие от поражений с кальцинированными вкраплениями [56]. Одна из работ продемонстрировала, что рекойл стента при ригидном поражении не связан с КУ.

Внутрискелетные КУ также могут быть причиной тромбоза стента. При анализе подгрупп регистра REAL-ST у 13% пациентов с подтвержденным тромбозом стента был выявлен внутрискелетный КУ [57]. В другом регистре частота позднего тромбоза стента, связанного с КУ, составила 2% [58].

## Обсуждение

Кальцинированные узлы остаются одними из самых сложных поражений коронарных артерий в клинической практике. Диагностика КУ *in vivo* часто оказывается затруднительной. Привычная ангиография не позволяет отличить КУ от тромба, особенно в условиях ОКС, так как оба поражения проявляются как нестабильные компоненты с просветлениями (рис. 5). Хотя ВМВ значительно улучшили диагностические возможности, ВСУЗИ не позволяет визуализировать разрыв фиброзной капсулы и тем самым достоверно отличить эруптивные КУ от неэруптивных. Приоритетным является применение ОКТ, так как она дает возможность дифференцировать типы КУ; исключением может быть красный тромб,

который нередко определяется как КУ. Однако систематическое применение ВМВ с учётом клинической картины на сегодня остаётся лучшей тактикой. Представленные в обзоре исследования включают разнообразные диагностические методы, клинические диагнозы, стратегии ЧКВ и конечные точки.

Как уже отмечалось, различие между эруптивными и неэруптивными КУ имеет важное клиническое значение, поскольку они характеризуются различной морфологией и отличной тактикой при ЧКВ. Несмотря на то что оптимальная стратегия ЧКВ при КУ до сих пор не определена, рядом авторов предлагаются различные алгоритмы лечения с учетом морфологических особенностей эруптивных и неэруптивных КУ. Обязательным элементом является использование ВМВ для определения типа КУ. Вероятнее всего, ЧКВ при «невиновных» неэруптивных КУ следует отложить и назначить оптимальную медикаментозную терапию (ОМТ). Однако, если ОМТ неэффективна или поражение функционально значимо и затрагивает большую зону миокарда, применение ЧКВ оправданно. «Невиновные» неэруптивные КУ имеют низкий риск повторных клинических событий, а результаты ЧКВ могут быть субоптимальными из-за их сложной модификации. «Виновные» поражения, в том числе с эруптивными КУ, требуют эндоваскулярного вмешательства, с включением агрессивных методов модификации поражения, ввиду высокого риска неблагоприятных клинических событий, несмотря на лучшую комплаентность и достаточно оптимальные непосредственные результаты ЧКВ [9, 41].

Существуют различные алгоритмы модификации АСБ. Если при преддилатации баллоном высокого давления его не удастся полностью раскрыть, контролируя в двух ортогональных ангиографических проекциях, следует перейти к более агрессивным методам воздействия. Следующий шаг может включать ротационную атерэктомия, чтобы попытаться удалить КУ, учитывая расположение специализированного проводника под контролем ВМВ, для максимального уменьшения объёма кальцинированной ткани и минимизации последующей протрузии как основного механизма повторного возникновения эруптивных КУ [26, 44, 53, 54]. При этом, согласно современным данным, отдаленные результаты при поражении с КУ и использовании

ротационной атерэктомии остаются неблагоприятными, в том числе в связи с низкой частотой применения ВМВ [24, 28, 29, 44]. Использование ВМВ дает возможность выбора бура большего размера при ротационной атерэктомии или комбинации с другими методами модификации поражения [10, 59], которые могут улучшить результаты, однако это требует дальнейших исследований.

Внутрисосудистая литотрипсия показывает обнадеживающие результаты при модификации КУ, особенно при эруптивных КУ. В настоящий момент имеются оптимальные непосредственные результаты и отсутствуют данные по отдаленным исходам, за исключением одного исследования, касающегося только неэруптивных КУ [8, 47, 48]. Внутрисосудистая литотрипсия может быть особенно полезна при эксцентрических кальцинированных поражениях, в том числе крупных сосудов, или в случаях неадекватного раскрытия баллона при модификации поражения. Также при поражении с КУ имеет место имплантация стентов с высокой радиальной силой для минимизации протрузии кальция и более плотной фиксации кальцинированных фрагментов. Не-

значительное количество источников демонстрирует низкую эффективность баллонов с лекарственным покрытием как при КУ в исходных поражениях, так и при внутривенных КУ [37, 51]. Возможным вариантом лечения поражений с КУ является аортокоронарное шунтирование, которое предпочтительно у молодых пациентов с проксимальными поражениями или ранним рестенозом, однако исследования по данному направлению отсутствуют.

В 2024 г. был опубликован экспертный обзор, в котором рассмотрены патофизиология КУ, особенности ЧКВ и технические аспекты различных методов модификации кальция [60]. Это исследование демонстрирует системный подход, включая все существующие на данный момент сведения о КУ. В своей клинической практике мы также применяем современные алгоритмы лечения поражений с КУ и считаем, что ключевым моментом для определения тактики, подбора инструмента и получения результата, близкого к оптимальному, является обязательное применение ВМВ на всех этапах вмешательства.

Чрескожные коронарные вмешательства при поражениях с КУ имеют повышенный риск

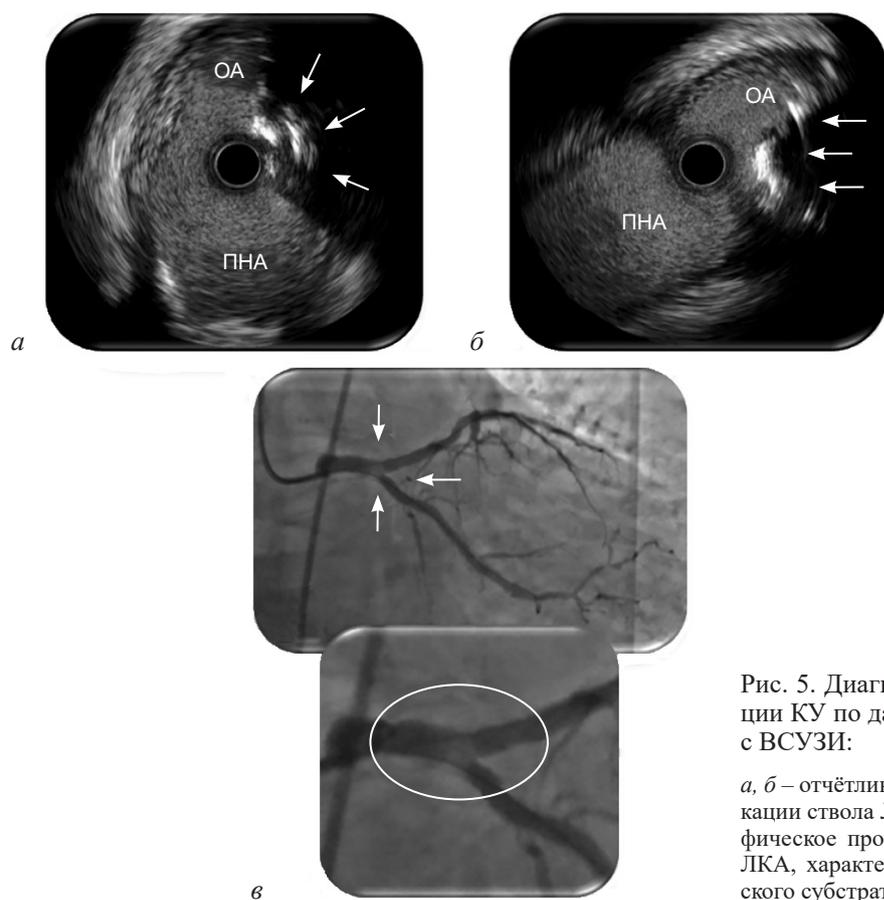


Рис. 5. Диагностические трудности визуализации КУ по данным ангиографии по сравнению с ВСУЗИ:

*a, б* – отчётливая визуализация КУ на уровне бифуркации ствола ЛКА по данным ВСУЗИ; *в* – ангиографическое просветление в зоне бифуркации ствола ЛКА, характерное для нестабильного тромботического субстрата

развития периоперационных осложнений. Несмотря на применение современных методов модификации кальция, очень трудно добиться оптимального раскрытия стента и полной его аппозиции, что в свою очередь может привести к возникновению осложнений. С целью снижения риска диссекции и перфорации необходимо тщательно подбирать размеры баллона и стента, опираясь на данные ВМВ. Также возможны осложнения в виде застревания различных эндоваскулярных инструментов и других устройств во время выполнения ЧКВ при поражениях с КУ.

### Клинический пример

В отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения ЦКБ с поликлиникой УДП РФ в 2024 г. было выполнено вмешательство пациенту 80 лет с ХИБС, стенотическим поражением коронарных артерий и доказанной ишемией миокарда. В анамнезе – перенесенный инфаркт миокарда от 2016 г. и повторный ИМ от 2020 г., ЧКВ от 2016 г. со стентированием огибающей артерии, АГ, СД II типа, стенозирующий атеросклероз брахиоцефальных артерий. Постоянно принима-

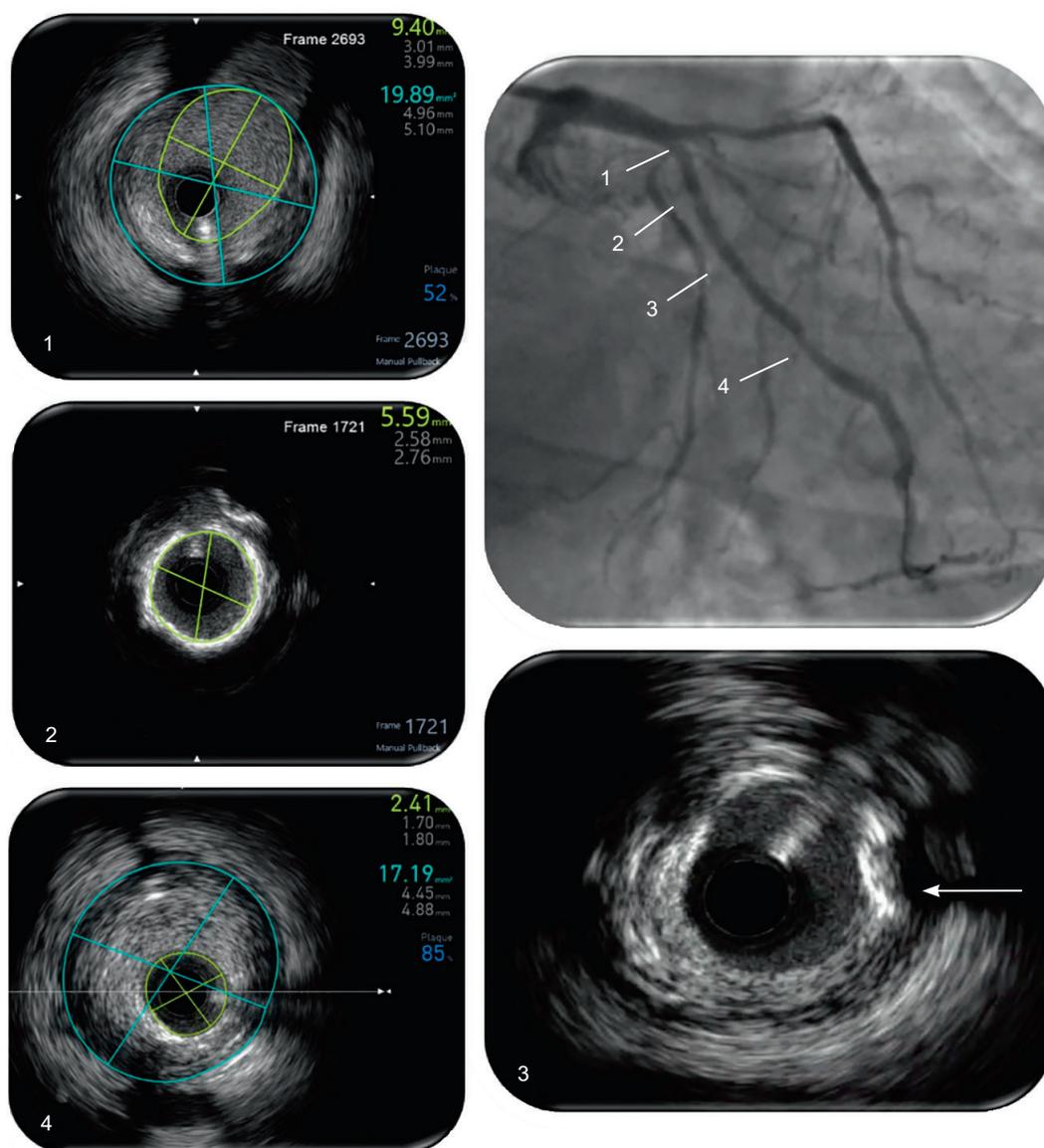


Рис. 6. Поражение ОА по результатам ангиографии и исходного ВСУЗИ. По данным ВСУЗИ определены референсные участки (1), малый диаметр ранее имплантированного стента с наличием неoaтеросклероза (2), эксцентрические участки кальцинированного компонента АСБ (3), выраженная нагрузка АСБ с формированием положительного ремоделирования артерии (4)

ет розувастатин, ацетилсалициловую кислоту, пантопразол, карведилол, валсартан, нифедипин, моксонидин. При коронарографии выявлены поражение ПНА от устья до среднего сегмента, а также протяженное поражение ОА, в том числе рестеноз в ранее установленном стенте. Первым этапом выполнено стентирование ОА под контролем внутрисосудистой визуализации. При исходном ВСУЗИ была определена длина поражения, выявлены референсные участки и диаметры артерии, выполнен подбор соответствующего инструмента, а также выявлен малый диаметр ранее имплантированного стента с формированием неоатеросклероза и наличием в прилегаю-

щих участках эксцентрического кальцинированного компонента АСБ (рис. 6).

После адекватной преддилатации поражения баллонами высокого давления (1:1 диаметр баллона / диаметр артерии) было выполнено стентирование ОА с имплантацией двух стентов с лекарственным покрытием. После обязательной постдилатации имплантированных стентов проведено контрольное ВСУЗИ, на котором определены оптимальное раскрытие стентов, полная аппозиция и отсутствие краевой диссекции интимы, кровотока ТИМІ 3 (рис. 7). Пациенту назначена двойная антиагрегантная терапия и на 2-е сутки он был выписан в удовлетворительном состоянии.

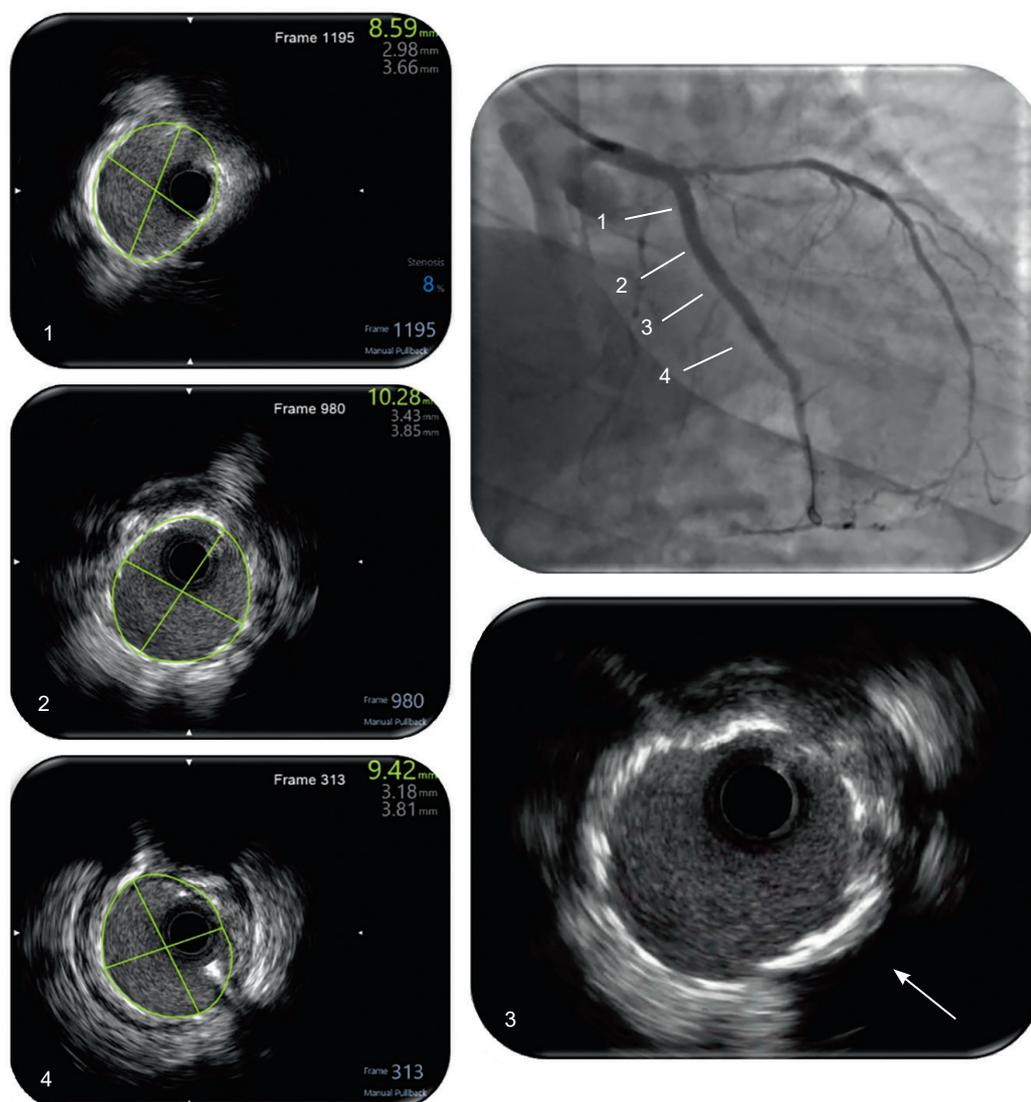


Рис. 7. Результаты контрольной ангиографии и ВСУЗИ. По данным ВСУЗИ: оптимальные показатели МППС в проксимальном сегменте (1), полностью раскрытые стенты в зоне недостаточно раскрытого ранее имплантированного стента (2), полностью прижатый стентом кальцинированный компонент АСБ (3), оптимальные показатели МППС в дистальном сегменте (4)

Вторым этапом через 6 нед пациенту выполнено вмешательство на стволе ЛКА с переходом на ПНА под контролем ВСУЗИ. На исходном ВСУЗИ была выявлена гетерогенная АСБ в ПНА, которая включала выраженные кальцинированные участки и распространялась на ствол ЛКА. После преддилатации поражения баллонами высокого давления было выполнено стентирование ствола ЛКА-ПНА с имплантацией двух стентов с лекарственным покрытием и последующей постдилатацией стентов, проксимальной оптимизацией в стволе ЛКА и киссинг-дилатацией стентов баллонами высокого давления.

При проведении вмешательства на стволе ЛКА-ПНА выявлено локальное просветление в стенке ОА, схожее с тромботическим компонентом по данным ангиографии. Выполнено ВСУЗИ ОА, на котором выявлены узелки кальция в просвете стента с нестабиль-

ными, вероятно тромботическими, наложениями. Данная протрузия кальциевого узла сквозь страты ранее имплантированного стента лимитировала МППС и являлась предиктором развития ОКС в результате тромбоза стента (рис. 8). Далее была выполнена баллонная ангиопластика этой зоны баллоном высокого давления, соответствующего диаметру стента, с последующей аппликацией баллоном с лекарственным покрытием. На контрольной ангиографии дефект просветления в стенке скорректирован, кровоток ТИМІ 3. По данным контрольного ВСУЗИ, кальцинированные узлы в просвете стента визуализируются, но в меньшей степени и располагаются в непосредственной близости к стратам стента, при этом МППС восстановлена до оптимальных значений (рис. 9). На 2-е сутки пациент выписан в удовлетворительном состоянии.

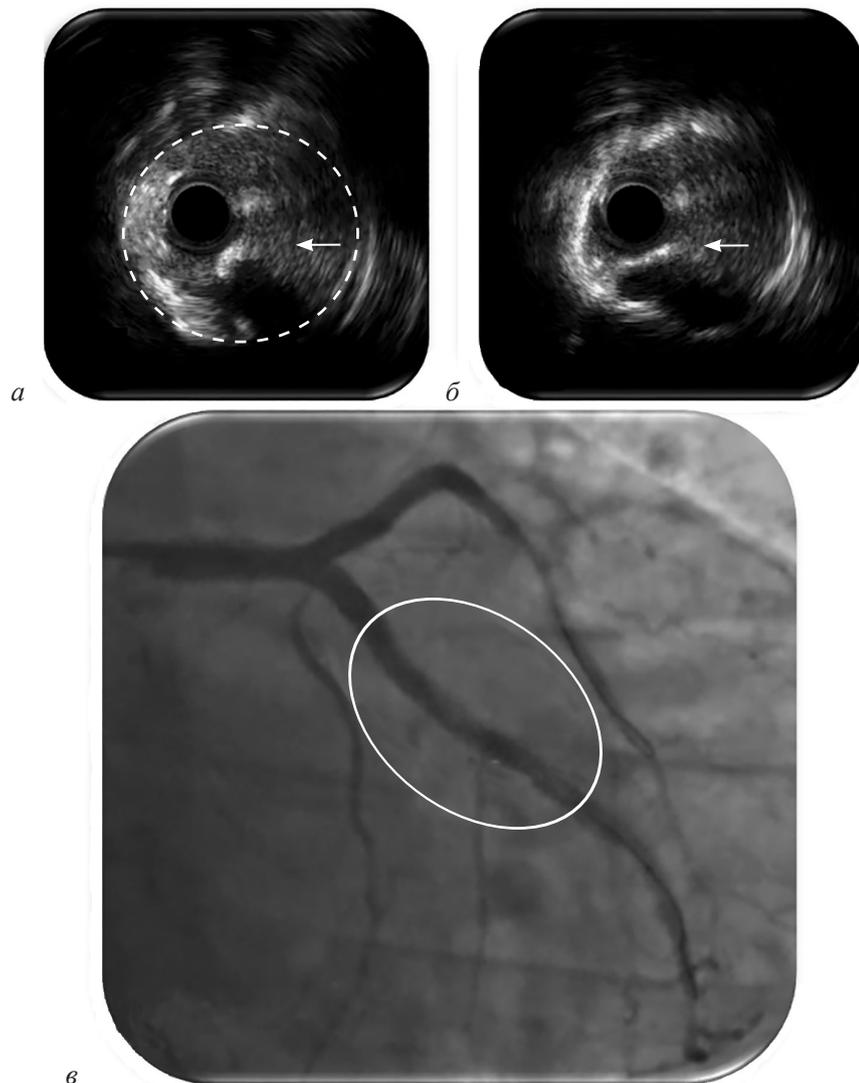


Рис. 8. По данным ВСУЗИ ОА (а, б) выявлены узелки кальция (стрелки) в просвете стента с тромботическими наложениями, по данным ангиографии (в) – локальное просветление в стенке (отмечено овалом), схожее с тромботическим компонентом

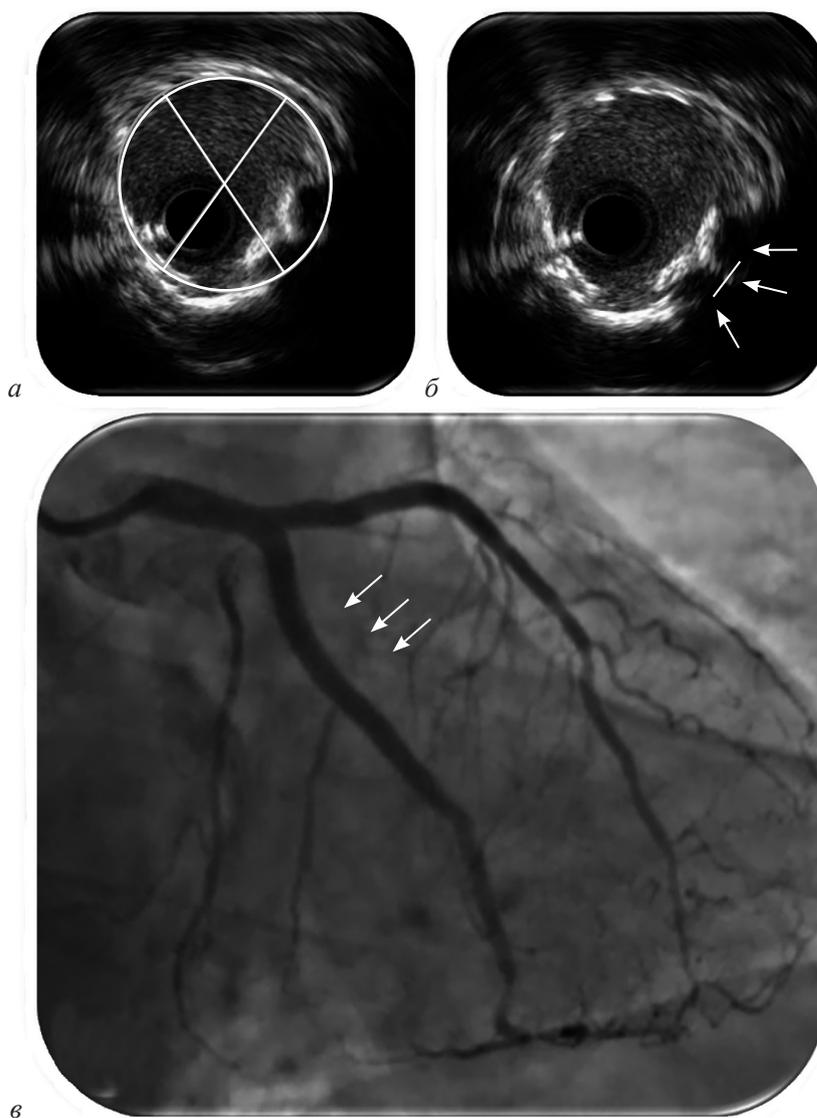


Рис. 9. Результаты контрольной ангиографии (в) и ВСУЗИ (а, б):

а – достигнуты оптимальные показатели МППС; б – кальцинированные узлы в просвете стента максимально прижаты к стратам стента; в – оптимально расправленные стенты без нестабильных просветлений, кровотока TIMI 3

### Заключение

Патоморфология поражений с КУ изучается достаточно давно. Развитие ВМВ позволило диагностировать КУ *in vivo* и получить представление об их механизмах развития и влияния на клиническое значение. Популяризация и активное внедрение в ежедневную клиническую практику ВМВ позволило глубже изучить поражения с КУ, а также предоставило возможность дифференцировки эруптивных и неэруптивных КУ. При систематическом применении ВМВ мы все чаще сталкиваемся с кальцинированными поражениями, включающими КУ, которые являются сложной задачей для эндоваскулярного хирурга и требуют понимания патоморфологии и владения всеми современными и доступными методами модификации кальция, особенно

при рестенозах с протрузией или с формированием внутривентрикулярных КУ.

### Литература/References

1. Davies M.J., Thomas A.C. Plaque fissuring – the cause of acute myocardial infarction, sudden ischaemic death, and crescendo angina. *Br. Heart J.* 1985; 53: 363–373. DOI: 10.1136/hrt.53.4.363
2. Virmani R., Kolodgie F.D., Burke A.P., Farb A., Schwartz S.M. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 2000; 20 (5): 1262–1275. DOI: 10.1161/01.ATV.20.5.1262
3. Lee J.B., Mintz G.S., Lissauskas J.B., Htay T., Moussa I., Bash D. et al. Histopathologic validation of the intravascular ultrasound diagnosis of calcified coronary artery nodules. *Am. J. Cardiol.* 2011; 108 (11): 1547–1551. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.07.014

4. Lee T., Mintz G.S., Matsumura M., Zhang W., Cao Y., Usui E. et al. Prevalence, predictors, and clinical presentation of a calcified nodule as assessed by optical coherence tomography. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2017; 10 (8): 883–891. DOI: 10.1016/j.jcmg.2016.10.024
5. Xu Y., Mintz G.S., Tam A., McPherson J.A., Iniguez A., Fajadet J. et al. Prevalence, distribution, predictors, and outcomes of patients with calcified nodules in native coronary arteries: a 3-vessel intravascular ultrasound analysis from providing regional observations to study predictors of events in the coronary tree (PROSPECT). *Circulation*. 2012; 126 (5): 537–545. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.096578
6. Guagliumi G., Pellegrini D., Maehara A., Mintz G.S. All calcified nodules are made equal and require the same approach: pros and cons. *EuroIntervention*. 2023; 19 (2): e110–e112. DOI: 10.4244/EIJ-E-23-00042
7. Torii S., Sato Y., Otsuka F., Kolodgie F.D., Jinnouchi H., Sakamoto A. et al. Eruptive calcified nodules as a potential mechanism of acute coronary thrombosis and sudden death. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 77 (13): 1599–1611. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.02.004
8. Ali Z.A., Kereiakes D., Hill J., Mastrodomos O., Yerasi C., Haggart P.C. et al. Safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy for treatment of calcified nodules. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (9): 1122–1124. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.03.015
9. Sato T., Matsumura M., Yamamoto K., Maehara A., Mintz G.S., Ochiai T. et al. Impact of eruptive vs noneruptive calcified nodule morphology on acute and long-term outcomes after stenting. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (11): 1024–1035. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.03.024
10. Riley R.F., Patel M.P., Abbott J.D., Bangalore S., Brilakis E.S., Croce K.J. et al. SCAI expert consensus statement on the management of calcified coronary lesions. *J. Soc. Cardiovasc. Angiogr. Interv.* 2024; 3 (2): 101259. DOI: 10.1016/j.jscai.2023.101259
11. Matsuhira Y., Nakamura D., Dohi T., Okamoto N., Ishida M., Domae K. et al. Impact of calcified nodule on target lesion failure after stent implantation in hemodialysis patients. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2023; 101 (5): 701–712. DOI: 10.1002/ccd.30570
12. Watanabe Y., Sakakura K., Taniguchi Y., Yamamoto K., Seguchi M., Wada H. et al. Comparison of clinical outcomes of intravascular ultrasound-calcified nodule between percutaneous coronary intervention with versus without rotational atherectomy in a propensity-score matched analysis. *PLoS One*. 2020; 15 (12): e0241836. DOI: 10.1371/journal.pone.0241836
13. Yasumura K., Koshy A.N., Vinayak M., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S. et al. Rotational, orbital atherectomy and intravascular lithotripsy for coronary calcified nodules: insights from optical coherence tomography. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2024; 104 (7): 1373–1386. DOI: 10.1002/ccd.31079
14. Yamamoto K., Sato T., Salem H., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S. et al. Ostial right coronary artery lesion morphology and outcomes after treatment with drug-eluting stents. *EuroIntervention*. 2024; 20 (6): e207–e215. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00894
15. Wolny R., Mintz G.S., Matsumura M., Maehara A., Ali Z.A., Parikh S.A. et al. Left coronary artery calcification patterns after coronary bypass graft surgery: an in-vivo optical coherence tomography study. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 98: 483–491. DOI: 10.1002/ccd.29870
16. Sato T., Yamamoto K., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S., Ali Z.A. et al. Discrimination of calcified nodule as a cause of coronary angiographic radiolucent mass. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16: 1948–1949. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.06.013
17. Jia H., Abtahian F., Aguirre A.D., Lee S., Chia S., Lowe H. et al. In vivo diagnosis of plaque erosion and calcified nodule in patients with acute coronary syndrome by intravascular optical coherence tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62: 1748–1758. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.071
18. Lei F., Yin Y., Liu X., Xu Y., Zhang W., Yu B. et al. Clinical outcomes of different calcified culprit plaques in patients with acute coronary syndrome. *J. Clin. Med.* 2022; 11: 4018. DOI: 10.3390/jcm11144018
19. Nakajima A., Araki M., Kurihara O., Matsumoto T., Soeda T., Saito Y. et al. Comparison of post-stent optical coherence tomography findings among three subtypes of calcified culprit plaques in patients with acute coronary syndrome. *Cath. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97: 634–645. DOI: 10.1002/ccd.29101
20. Sugiyama T., Yamamoto E., Fracassi F., Lee H., Yonetsu T., Kakuta T. et al. Calcified plaques in patients with acute coronary syndromes. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12: 531–540. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.12.013
21. Alfonso F., Cuesta J., Bastante T., Rivero F., Jiménez S., Benedicto A. et al. Calcified nodule mimicking red thrombus on optical coherence tomography. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8: 120–121. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.09.007
22. Higuma T., Soeda T., Abe N., Yamada M., Yokoyama H., Shibutani S. et al. A combined optical coherence tomography and intravascular ultrasound study on plaque rupture, plaque erosion, and calcified nodule in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: incidence, morphologic characteristics, and outcomes after percutaneous coronary intervention. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8: 1166–1176. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.02.026
23. Kobayashi N., Takano M., Tsurumi M., Shibata Y., Nishiguchi T., Kubo T. et al. Features and outcomes of patients with calcified nodules at culprit lesions of acute coronary syndrome: an optical coherence tomography study. *Cardiology (Switzerland)*. 2018; 139: 90–100. DOI: 10.1159/000484917
24. Morofuji T., Kuramitsu S., Shinozaki T., Domei T., Nagae A., Hyodo M. et al. Clinical impact of calcified nodule in patients with heavily calcified lesions requiring rotational atherectomy. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97: 10–19. DOI: 10.1002/ccd.28961
25. Tanimura K., Otake H., Kawamori H., Toba T., Sugizaki Y., Takeshige R. et al. Morphological plaque characteristics and clinical outcomes in patients with acute coronary syndrome and a cancer history. *J. Am. Heart Assoc.* 2021; 10: e020243. DOI: 10.1161/JAHA.120.020243
26. Demuyakor A., Hu S., Konjaeva E., Zhang W., Xu Y., Yu B. et al. Impact of nodular calcification in patients with acute coronary syndrome (ACS) treated with primary percutaneous coronary intervention (PCI). *BMC Cardiovasc. Disord.* 2022; 22: 103. DOI: 10.1186/s12872-022-02547-3
27. Okamura A., Okura H., Iwai S., Kume T., Neishi Y., Kawamoto T. et al. Incidence and prognostic impact of

- the calcified nodule in coronary artery disease patients with end-stage renal disease on dialysis. *Heart Vessels*. 2022; 37: 1662–1668. DOI: 10.1007/s00380-022-02066-3
28. Jinnouchi H., Sakakura K., Taniguchi Y., Tsukui T., Yamamoto K., Seguchi M. et al. Clinical outcomes and unique restenosis of calcified nodule in heavily calcified coronary artery. *J. Atheroscler. Thromb.* 2023; 30: 649–662. DOI: 10.5551/jat.63732
  29. Pengchata P., Pongakasira R., Wongsawangkit N., Phichaphop A., Wongpraparut N., Udayachalerm W. et al. Characteristics and pattern of calcified nodule and/or nodular calcification detected by intravascular ultrasound on the Device-Oriented Composite Endpoint (DoCE) in patients with heavily calcified lesions who underwent rotational atherectomy-assisted percutaneous coronary intervention. *J. Interv. Cardiol.* 2023; 2023: 6456695. DOI: 10.1155/2023/6456695
  30. Kondo S., Mizukami T., Kobayashi N., Watanabe Y., Tanabe K., Ikari Y. et al. Diagnosis and prognostic value of the underlying cause of acute coronary syndrome in optical coherence tomography-guided emergency percutaneous coronary intervention. *J. Am. Heart Assoc.* 2023; 12: e30412. DOI: 10.1161/JAHA.123.030412
  31. Kanda D., Tokushige A., Ohmure K., Sonoda S., Tsuda K., Ikeda S. et al. Impact of serum cholinesterase on calcified nodules in patients with stable coronary artery disease. *Coron. Artery Dis.* 2025; 36: 70–77. DOI: 10.1097/MCA.0000000000001359
  32. Sugane H., Kataoka Y., Otsuka F., Yasuda S., Morino Y., Noguchi T. et al. Cardiac outcomes in patients with acute coronary syndrome attributable to calcified nodule. *Atherosclerosis*. 2021; 318: 70–75. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.11.009
  33. Fukase T., Dohi T., Nishio R., Kikuchi A., Okai I., Iwata H. et al. Association between apolipoprotein C-III levels and coronary calcification detected by intravascular ultrasound in patients who underwent percutaneous coronary intervention. *Front. Cardiovasc. Med.* 2024; 11: 1430203. DOI: 10.3389/fcvm.2024.1430203
  34. Van Rosendael A.R., van den Hoogen I.J., Gianni U., Ma X., Tantawy S.W., Bax A.M. et al. Association of statin treatment with progression of coronary atherosclerotic plaque composition. *JAMA Cardiol.* 2021; 6 (11): 1257–1266. DOI: 10.1001/jamacardio.2021.3055
  35. Wang L., Parodi G., Maehara A., Musumeci G., Mintz G.S., Yu B. et al. Variable underlying morphology of culprit plaques associated with ST-elevation myocardial infarction: an optical coherence tomography analysis from the SMART trial. *Eur. Heart J. Cardiovasc Imaging*. 2015; 16: 1381–1389. DOI: 10.1093/ehjci/jev107
  36. Fang C., Yin Y., Jiang S., Yu B., Xu Y., Zhang W. et al. Increased vulnerability and distinct layered phenotype at culprit and nonculprit lesions in STEMI versus NSTEMI. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2022; 15: 672–681. DOI: 10.1016/j.jcmg.2021.09.017
  37. Yamamoto T., Kawamori H., Toba T., Nakano S., Takeshige R., Sugizaki Y. et al. Clinical impact of optical coherence tomography findings after drug-coated balloon treatment for patients with acute coronary syndromes. *Int. J. Cardiol.* 2023; 387: 131149. DOI: 10.1016/j.ijcard.2023.131149
  38. Onea H.L., Spinu M., Homorodean C., Olinic M., Ober M.C., Tataru D. et al. Distinctive morphological patterns of complicated coronary plaques in acute coronary syndromes: insights from an optical coherence tomography study. *Diagnostics*. 2022; 12: 2837. DOI: 10.3390/diagnostics12112837
  39. Zeng M., Zhao C., Bao X., Xu Y., Zhang W., Wu Y. et al. Clinical characteristics and prognosis of MINOCA caused by atherosclerotic and nonatherosclerotic mechanisms assessed by OCT. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2023; 16: 521–532. DOI: 10.1016/j.jcmg.2022.09.015
  40. Stone G.W., Maehara A., Lansky A.J., de Bruyne B., Cristea E., Mintz G.S. et al. A prospective natural-history study of coronary atherosclerosis. *N. Engl. J. Med.* 2011; 364: 226–235. DOI: 10.1056/NEJMoa1002358
  41. Prati F., Gatto L., Fabbicocchi F., Paoletti G., Vaina S., Ramazzotti V. et al. Clinical outcomes of calcified nodules detected by optical coherence tomography: a sub-analysis of the CLIMA study. *EuroIntervention*. 2020; 16: 380–386. DOI: 10.4244/EIJ-D-20-00185
  42. Prati F., Romagnoli E., Gatto L., Limbruno U., Paoletti G., Marco V. et al. Relationship between coronary plaque morphology of the left anterior descending artery and 12 months clinical outcome: the CLIMA study. *Eur. Heart J.* 2020; 41: 383–391.
  43. Sugizaki Y., Matsumura M., Chen Y., Ali Z.A., Mintz G.S., Maehara A. et al. Natural history of a newly developed calcified nodule: incidence, predictors, and clinical outcomes. *EuroIntervention*. 2024; 20: e1330–e1339. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-01047
  44. Narui S., Yamamoto M.H., Mori H., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S. et al. Mechanism of stent failure in patients with eruptive calcified nodule treated with rotational atherectomy. *Can. J. Cardiol.* 2024; 40: 1998–2007. DOI: 10.1016/j.cjca.2024.06.006
  45. Jinnouchi H., Sakakura K., Taniguchi Y., Tsukui T., Yamamoto K., Seguchi M. et al. Impact of ultrasound reverberation in calcified coronary arteries: intravascular ultrasound study. *Atherosclerosis*. 2022; 363: 1–7. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2022.06.1020
  46. Ali Z.A., Kereiakes D.J., Hill J.M., Mastrodemos O.C., Yerasi C., Haggerty C.M. et al. Impact of calcium eccentricity on the safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy: pooled analysis from the disrupt CAD studies. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2023; 16: E012898. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012898
  47. McNerney A., Travieso A., Jerónimo Baza A., Cuesta J., Alfonso F., Rivero F. et al. Impact of coronary calcium morphology on intravascular lithotripsy. *EuroIntervention*. 2024; 20: e656–e668. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00957
  48. Emori H., Shiono Y., Kuriyama N., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S. et al. Calcium fracture after intravascular lithotripsy as assessed with optical coherence tomography. *Circ. J.* 2023; 87: 799–805. DOI: 10.1253/circj.CJ-22-0568
  49. Pinilla-Echeverri N., Bossard M., Hillani A., Lhermusier T., Tanguay J.F., Rodés-Cabau J. et al. Treatment of calcified lesions using a dedicated super-high pressure balloon: multi-center optical coherence tomography registry. *Cardiovasc. Rev. Med.* 2023; 52: 49–58. DOI: 10.1016/j.carev.2023.07.016
  50. Tada T., Miura K., Ikuta A., Otake H., Kawamori H., Toba T. et al. Prevalence, predictors, and outcomes of in-stent restenosis with calcified nodules. *EuroIntervention*. 2022; 17: 1352–1361. DOI: 10.4244/EIJ-D-21-00359

51. Masuda H., Kuramitsu S., Ito T., Hyodo M., Nagae A., Shinozaki T. et al. Outcomes of paclitaxel-coated balloon angioplasty for in-stent calcified nodule: an optical coherence tomography study. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2022; 100: 990–999. DOI: 10.1002/ccd.30410
52. Yamamoto K., Sato T., Salem H., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S. et al. Mechanisms and treatment outcomes of ostial right coronary artery in-stent restenosis. *EuroIntervention.* 2023; 19: E383–E393. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00234
53. Nakamura N., Torii S., Tsuchiya H., Nakano M., Hoshino M., Kanaji Y. et al. Formation of calcified nodule as a cause of early in-stent restenosis in patients undergoing dialysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2020; 9: e016595. DOI: 10.1161/JAHA.120.016595
54. Wu X., Wu M., Huang H., Xu Y., Zhang W., Yu B. et al. Comparative clinical implications of calcified versus non-calcified tissue protrusion after coronary stent implantation. *Int. J. Gen. Med.* 2023; 16: 5935–5946. DOI: 10.2147/IJGM.S441974
55. Jinnouchi H., Sakakura K., Taniguchi Y., Tsukui T., Yamamoto K., Seguchi M. et al. Clinical impact of in-stent calcification in coronary arteries: optical coherence tomography study. *Am. J. Cardiol.* 2024; 214: 115–124. DOI: 10.1016/j.amjcard.2024.05.016
56. Amemiya K., Maehara A., Yamamoto M.H., Matsumura M., Ali Z.A., Mintz G.S. et al. Chronic stent recoil in severely calcified coronary artery lesions. A serial optical coherence tomography study. *Int. J. Cardiovasc Imaging.* 2020; 36: 1617–1626. DOI: 10.1007/s10554-020-01866-w
57. Takahashi Y., Otake H., Kuramitsu S., Shinozaki T., Domei T., Nagae A. et al. Prevalence and outcomes of stent thrombosis with in-stent calcified nodules: substudy from the REAL-ST registry. *EuroIntervention.* 2022; 18: 749–758. DOI: 10.4244/EIJ-D-21-01043
58. Mori H., Sekimoto T., Arai T., Matsumura M., Maehara A., Mintz G.S. et al. Mechanisms of very late stent thrombosis in Japanese patients as assessed by optical coherence tomography. *Can. J. Cardiol.* 2024; 40: 696–704. DOI: 10.1016/j.cjca.2023.12.029
59. Blachutzik F., Meier S., Blachutzik M., Achenbach S., Nef H., Rolf A. et al. Comparison of interventional treatment options for coronary calcified nodules: a sub-analysis of the ROTA.shock trial. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2024; 68: 37–42. DOI: 10.1016/j.carrev.2024.03.023
60. Shin D., Karimi Galougahi K., Spratt J.C., Maehara A., Mintz G.S., Shlofmitz R.A. et al. Calcified nodule in percutaneous coronary intervention: therapeutic challenges. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2024; 17: 1187–1199. DOI: 10.1016/j.jcin.2024.03.025

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.147-007.64-089.819.5

## Рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения варикозной болезни вен малого таза у женщин

Ф.Х. Абасов<sup>1,3</sup>✉, Б.Г. Алекян<sup>2</sup>, О.А. Махачев<sup>1,3</sup>

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

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, Российская Федерация

✉ **Абасов Физули Ханахмедович**, заместитель главного врача по лечебной работе<sup>1</sup>, ассистент кафедры<sup>3</sup>; orcid.org/0009-0001-3443-4697, e-mail: abasov.fizuli@yandex.ru

**Алекян Баграт Гегамович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке и инновационным технологиям; orcid.org/0000-0001-6509-566X

**Махачев Осман Абдулмаликович**, д-р мед. наук, профессор, руководитель по научно-исследовательской работе и внедрению новых технологий<sup>1</sup>, заведующий кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии с лабораторией хирургической техники<sup>3</sup>; orcid.org/0009-0002-1789-6117

### Резюме

Варикозная болезнь вен малого таза у женщин помимо влияния на качество жизни пациенток также приводит к серьезным экономическим проблемам. Только в Соединённых Штатах Америки ежегодные траты, связанные с этой патологией, превышают 39 млрд долларов. Многочисленные исследования продемонстрировали, что рентгенэндоваскулярные методы являются наиболее эффективными для лечения варикозной болезни вен малого таза и направлены на устранение патологического рефлюкса или разрешения артерио-венозных конфликтов. В настоящем обзоре литературы представлен алгоритм диагностики и лечения варикозной болезни вен таза у женщин.

**Ключевые слова:** варикозная болезнь вен малого таза, рентгенэндоваскулярные методы, эмболизация

**Для цитирования:** Абасов Ф.Х., Алекян Б.Г., Махачев О.А. Рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения варикозной болезни вен малого таза у женщин. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 298–308. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-298-308

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 10.06.2025  
Принята к печати 14.08.2025

## Endovascular diagnosis and treatment of pelvic congestion syndrome in women

F.Kh. Abasov<sup>1,3</sup>✉, B.G. Alekyan<sup>2</sup>, O.A. Makhachev<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Scientific and Clinical Association “Dagestan A.O. Makhachev’s Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery”, Makhachkala, Russian Federation

<sup>2</sup>National Medical Research Center of Surgery named after A. Vishnevsky, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russian Federation

✉ **Fizuli Kh. Abasov**, Deputy Chief Physician for Medical Work<sup>1</sup>, Assistant of the Chair<sup>3</sup>; orcid.org/0009-0001-3443-4697, e-mail: abasov.fizuli@yandex.ru

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

**Osman A. Makhachev**, Dr. Med. Sci., Professor, Head for Research and Implementation of New Technologies<sup>1</sup>, Chief of Chair of Cardiology and Cardiovascular Surgery with the Laboratory of Surgical Technique<sup>3</sup>; orcid.org/0009-0002-1789-6117

### Abstract

Pelvic varicose veins in women, in addition to affecting the quality of life of patients, also leads to serious economic problems. With annual spending exceeding more than \$39 billion in the United States of America alone. Numerous

studies have demonstrated that X-ray endovascular methods are the most effective for the treatment of varicose veins of the pelvis aimed at eliminating pathological reflux or resolving arteriovenous conflicts. The article presents a literature review that specifies an algorithm for the diagnosis and treatment of pelvic varicose veins in women.

**Keywords:** varicose veins of the small pelvis, X-ray endovascular methods, embolization

**For citation:** Abasov F.Kh., Alekyan B.G., Makhachev O.A. Endovascular diagnosis and treatment of pelvic congestion syndrome in women. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 298–308 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-298-308

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

Received June 10, 2025  
Accepted August 14, 2025

## Введение

Варикозная болезнь вен малого таза (ВБВМТ) представляет собой одну из форм варикозной болезни, которая является основной причиной хронических тазовых болей (ХТБ), определяемых как боли в малом тазу, не связанные с менструальным циклом, беспокоящие пациенток более 6 мес [1]. В литературе первое описание тазовых болей, обусловленных венозным полнокровием таза, было представлено R. Gooch в 1823 г.: автор сообщил о женщине, у которой «боль настолько усиливалась при сидении и ходьбе, что вынуждала ее полностью придерживаться лежачего положения» [2]. В 1899 г. А.Р. Dudley рассказал о четырёх случаях тазовой боли, вызванной варикозным расширением вен широкой связки матки вследствие отсутствия клапанного аппарата в венах, что способствовало стагнации венозной крови в малом тазу и развитию соответствующей клинической картины. После выполнения сальпингэктомии и резекции варикозно-расширенных вен таза отмечалось уменьшение болевого синдрома [3]. В 1949 г. Н.С. Taylor опубликовал ряд статей, в которых подробно описал застойные нарушения кровообращения в малом тазу, отнес их к нарушениям кровообращения в венах таза, указал на анатомическую предрасположенность и влияние патологического рефлюкса на возникновение заболевания [4, 5]. В течение долгого времени опубликованные Н.С. Taylor работы вызвали определенный скептицизм в медицинском сообществе, так как причин для возникновения тазовых болей очень много – это мочеполовые, опорно-двигательные, желудочно-кишечные, неврологические, психиатрические и гематологические проблемы [6].

Клинически ВБВМТ проявляется в виде хронического абдоминального болевого синдрома,

вызывающего физические и моральные страдания, приводящие к утрате трудоспособности, нарушению менструального цикла, тромбозу вен и возможной тромбоэмболии [7]. Также клинически ВБВМТ может протекать в виде диспареунии (боль во время полового акта), дизурии, гематурии на фоне мезоаортальной компрессии левой почечной вены, бесплодия и психоэмоциональных нарушений (неустойчивое настроение, раздражительность, бессонница, депрессия) [3]. В классическом варианте ВБВМТ проявляется триадой симптомов – хронические тазовые боли, вульварный варикоз и дисменорея [4]. Также одним из частых проявлений ВБВМТ является рецидив варикозной болезни вен нижних конечностей после хирургического лечения, связанный с наличием источника венозного сброса в венах малого таза [5]. Частота ВБВМТ колеблется в широких пределах и составляет от 5,4 до 80%.

Несмотря на большое количество исследований, посвященных изучению причин развития ВБВМТ, всё ещё не удаётся создать единую концепцию этиологии и патогенеза этого заболевания [6]. Предрасполагающими факторами развития ВБВМТ являются беременность и роды, аортомезентериальная компрессия левой почечной вены, синдром Мея–Тёрнера (СМТ), посттромботическая болезнь, хронические окклюзии подвздошных вен и нижней полой вены, венозные дисплазии и генетическая предрасположенность. Отток венозной крови из органов малого таза осуществляется по внутренним подвздошным и яичниковым венам; вследствие нарушения оттока из-за вышеуказанных факторов возникает патологический рефлюкс в этих сосудах с развитием варикозной трансформации гроздевидных венозных сплетений [8]. Дилатация яичниковых вен и притоков внутренних подвздошных вен

(запирательной, внутренней половой, верхней и нижней ягодичных вен) приводит к развитию синдрома тазового венозного полнокровия [9]. Также у девочек-подростков пубертатного периода при наличии обильных менструаций нельзя исключить варикозную болезнь вен таза. По данным различных исследований, частота встречаемости ВБВМТ в подростковом периоде у девочек составляет 12,4–25,8% [10].

### Анатомия вен малого таза

Знание анатомических и патофизиологических особенностей венозной сети малого таза позволяет изучить причину возникновения ВБВМТ, понять механизмы компенсации при обструктивном синдроме и факторы возникновения патологического рефлюкса, выбрать правильный алгоритм диагностики и лечения пациентов с данной патологией. Венозная кровь из многочисленных венозных сплетений органов малого таза оттекает двумя основными путями: по яичниковым (овариальным) венам и внутренним подвздошным венам (ВПВ). Циркуляция венозной крови в малом тазу осуществляется через три взаимосвязанные венозные системы – левой почечной вены, яичниковых вен и подвздошных вен (общая, внутренняя и наружная). Яичниковые вены собирают кровь из вен параметрия, шейки матки, мезосальпинкса и лозовидного сплетения, правая яичниковая вена (ПЯВ) впадает непосредственно в нижнюю полую вену (НПВ), левая яичниковая вена (ЛЯВ) – в левую почечную вену (рис. 1). Венозная кровь от влагалищного, маточного, пузырно-влагалищного и сплетений прямой кишки по одноименным венам впадает во внутренние подвздошные вены. Также запирательная, срамная и ягодичные вены (верхняя и нижняя), являясь париетальными венами, дренируются в ВПВ. Вены малого таза имеют сообщения не только между собой, но и через портокавальные и кавальные анастомозы с системами верхней и нижней полых и воротной вен. Клапаны в тазовых венах препятствуют развитию патологического рефлюкса, являясь основной преградой распространению гидростатического давления в дистальном направлении. При беременности вследствие увеличения объема циркулирующей крови возникает компенсаторное расширение яичниковых и тазовых вен, в послеродовом периоде наступает пери-

од веноза и стойкой дилатации вен с последующим развитием синдрома тазового венозного застоя [11].

Необходимо также отметить, что вены, впадающие в ВПВ, имеют сообщения с венами промежностей и нижних конечностей, которые функционируют как перфорирующие вены, соединяющие глубокие вены таза с венами нижних конечностей. Дисфункция клапанного аппарата этих вен вследствие увеличения объема циркулирующей крови, нарушения оттока из-за сдавления маткой во II и III триместрах беременности у 18–20% женщин приводит к возникновению пельвиоперинеального рефлюкса (ППР), который у 6–8% женщин после родов проявляется в виде вульварного варикоза [12] (рис. 2).

D. Kachlik et al. выделили четыре точки выхода тазовых вен (рис. 3): точка Р – промежностная точка, соединяющая внутреннюю и внешнюю системы промежностных вен бедра и далее с сафенофemorальным соустьем (СФС); точка I – паховая точка, соединяющая яичниковую вену через вену круглой связки с венами половых губ и СФС; в точке выхода О соединяются запирательная вена и вены медиальной части бедра; точка G – ягодичная и седалищные вены с венами задней части бедра [13].

Пациентки с проявлениями вульварного варикоза (см. рис. 2) чаще всего за помощью обращаются к сосудистым хирургам и гинекологам, которые должны направлять их на дообследование.

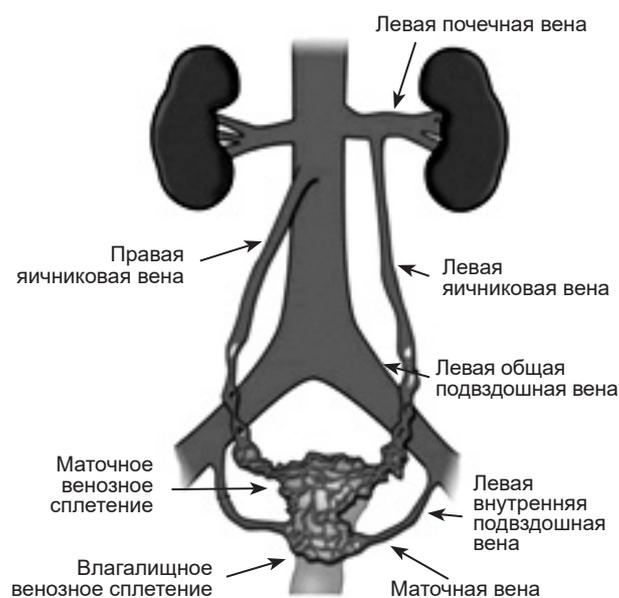


Рис. 1. Анатомия вен малого таза у женщин



Рис. 2. Атипичные варикозные вены вследствие пельвиоперинеального рефлюкса в промежности, на боковой и задней поверхности бедра

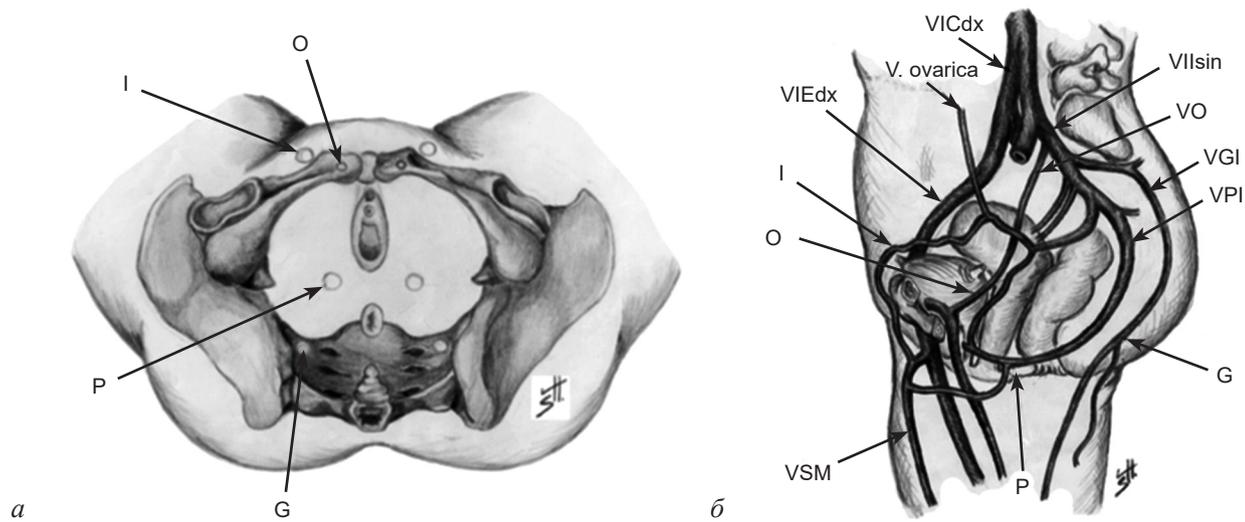


Рис. 3. Точки выхода тазовых вен из малого таза (а, б): G (*gluteal*) – ягодичная, I (*inguinal*) – паховая, O (*obturator*) – запирающая, P (*perineal*) – промежностная. VCI – *v. cava inferior*; VGI – *v. glutea inferior*; VIEdx – *v. iliaca externa dextra*; VIIsin – *v. iliaca interna sinistra*; VO – *v. obturatoria*; VPI – *v. pudenda interna*; VSM – *v. saphena magna* [13]

### Диагностика ВБВМТ

Первым и очень важным методом диагностики ВБВМТ служит трансвагинальное или трансабдоминальное ультразвуковое исследование, которое является наименее инвазивным. Это исследование позволяет обнаружить варикозно-измененные вены таза, для которых характерна извитость и неравномерное расширение, с медленно перемещающейся «дымкой» в их просвете (результат низкоскоростных турбулентных потоков крови) [14]. По данным отечественных авторов, диаметр вен малого таза составляет в норме от 2,0 до 5,0 мм (в среднем  $3,9 \pm 0,5$  мм), то есть не более 5 мм [15, 16]. По данным систематического обзора с метаанализом A.G. Pitoulis et al. (2025 г.), патогномичный диаметр тазовых вен при

ВБВМТ был 7 мм. Авторами проанализированы результаты семи исследований с участием 802 пациенток. В пяти исследованиях проводилось трансвагинальное УЗИ, в одном – трансабдоминальное и еще в одном – оба вида УЗИ. Обобщенная чувствительность и специфичность УЗИ составила 96 и 84% соответственно. При этом для диаметра тазовых вен <7 мм и >7 мм чувствительность составила 99 и 94%, а специфичность – 75 и 96% соответственно. Таким образом, метаанализ продемонстрировал, что диаметр 7 мм при УЗИ-исследовании является пороговым значением для диагностики ВБВМТ с высокой чувствительностью и специфичностью [17].

Следующий шаг в диагностике ВБВМТ – проведение мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с внутривенным конт-

растированием. Это исследование позволяет детализировать анато-топографические особенности вен таза и забрюшинного пространства и создать мультипланарную КТ-реконструкцию (рис. 4, *а*). Данные МСКТ показывают вариантную анатомию овариальных вен, их количество и диаметр, дают подробную информацию при аортомезентериальном синдроме, СМТ, посттромбофлебитическом синдроме (ПТФС), позволяют установить наличие артериовенозных мальформаций (рис. 4, *б*) и выявить причину рецидива ВБВМТ после хирургического лечения (рис. 4, *в*).

В настоящее время нет четких протоколов выполнения МСКТ при ВБВМТ, поэтому качество исследования напрямую зависит от опыта врача-рентгенолога и технических возможностей компьютерного томографа. В 2024 г. Е.Е. Фоминой и др. опубликована статья о роли КТ-флебографии при ВБВМТ. В исследовании принимали участие 54 женщины, которые были разделены на четыре группы: 1-я группа (n=26) – пациентки с клапанной недостаточностью; 2-я группа (n=15) – больные с аортомезентериальной компрессией левой почечной вены; 3-я группа (n=7) – пациентки с синдромом Мея–Тёрнера, 4-я группа (n=6) – с аплазией ПЯВ, компрессией левой почечной вены аневризмой аорты, компрессией ПЯВ головкой поджелудочной железы. КТ-флебография проводилась на аппарате с 64-срезовой системой в фазе венографии, в некоторых случаях дополнительно выполнялась артериальная и секреторная фаза. Автоматическим иньектором вводилось от 90 до

120 мл контрастного вещества со скоростью 3 мл/с. Информативность метода при клапанной недостаточности составила: чувствительность – 91,2%, специфичность – 92,5% в 1-й группе; чувствительность – 91,2%, специфичность – 89,6% во 2-й группе; при обструктивных формах чувствительность – 91,7%, специфичность – 84,3%. Таким образом, МСКТ с внутривенным контрастированием позволяет визуально изучить все вены таза, участвующие в основных патогемодинамических звеньях развития ВБВМТ [18]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) также дает возможность установить и диагностировать ВБВМТ. Ретроспективное исследование с участием 50 пациентов, опубликованное А.М. Osman et al. в 2021 г., продемонстрировало, что МРТ имеет высокую чувствительность – 96%. Благодаря высокой тканевой проницаемости МРТ позволяет более детально выявить патологию органов таза, исключить другие причины тазового болевого синдрома (эндометриоз, воспалительные заболевания, миома матки и др.) [19].

Селективная флебография при ВБВМТ является инвазивной высокоинформативной диагностической процедурой, которую следует выполнять непосредственно перед рентгенэндоваскулярным оперативным пособием, после постановки диагноза вышеперечисленными методами. При флебографии оценивают вариантную анатомию яичниковых вен, выраженность и степень варикозного расширения вен таза, наличие артериовенозных конфликтов, определяют диаметр вены, их количество, что



Рис. 4. Мультипланарная КТ-реконструкция вен при варикозной болезни вен малого таза (*а*), артериовенозной мальформации матки (*б*), рецидиве ВБВМТ (*в*) после имплантации окклюдера (указан стрелкой)

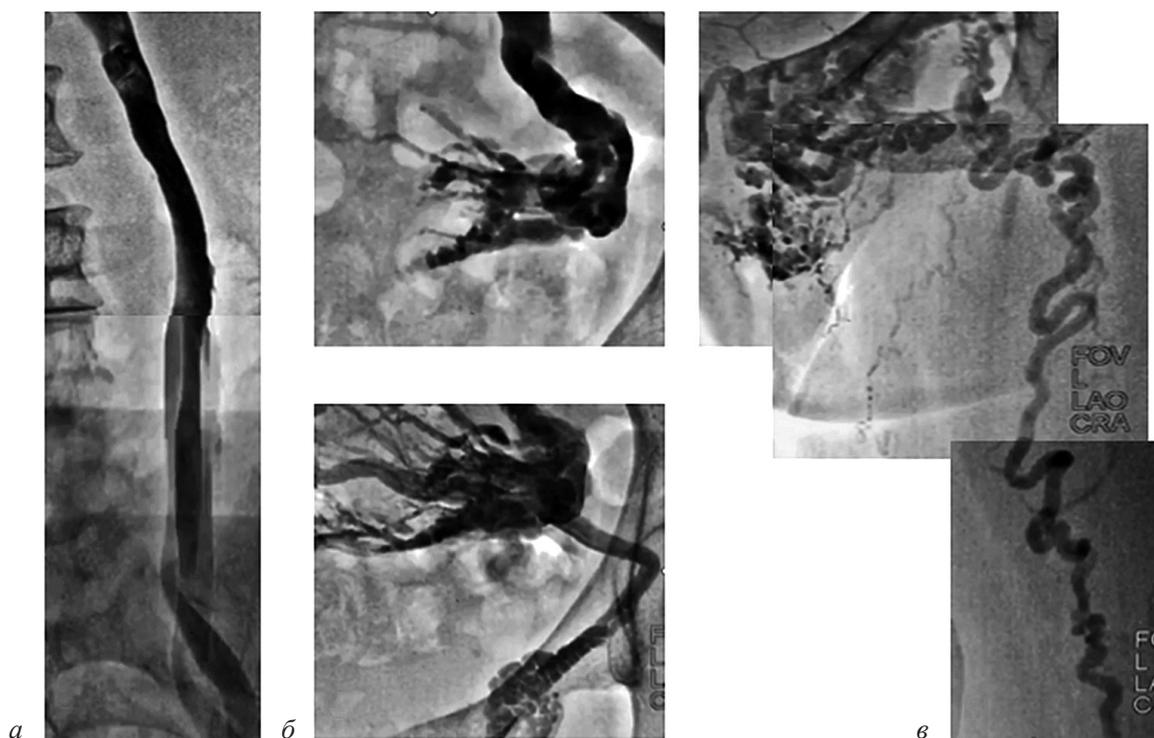


Рис. 5. Флебография вен таза у пациентки с мультифокальным варикозом: расширение и рефлюкс ЛЯВ (а) с поражением вен таза (б) и переходом в вены промежности и нижней конечности (в)

позволяет выбрать правильную тактику оперативного лечения. Некоторые авторы при проведении флебографии рекомендуют у больных с подозрением на наличие артериовенозных конфликтов измерять ренокавальный и подвздошно-кавальный градиенты в сочетании с внутрисосудистым ультразвуковым исследованием [20].

Таким образом, диагностическими критериями ВБВМТ [21] являются:

- 1) диаметр яичниковых вен более 6 мм;
- 2) стагнация контрастного препарата в венах таза более 20 с;
- 3) контрастирование тазовых венозных сплетений с заполнением вен ипсилатеральной или контралатеральной внутренней подвздошной вены;
- 4) контрастирование вен вульвы, промежности и варикозно-расширенных атипичных вен бедра (рис. 5).

### Методы лечения ВБВМТ

Лечение ВБВМТ при наличии артериовенозных конфликтов или посттромбофлебитическом синдроме включает:

1. Стентирование левой почечной вены или ее транслокацию в нижнюю полую вену при

клинически выраженном аортомезентериальном синдроме (синдром Щелкунчика). В системном обзоре, опубликованном в 2018 г. G.L. de Macedo et al., в котором было проанализировано 37 статей на тему хирургического лечения синдрома Щелкунчика, описано множество вариантов лечения данного синдрома – от традиционных хирургических методов (открытая и лапароскопическая транслокация левой почечной вены, ренокавальные анастомозы, нефропексия, аутотрансплантация левой почки и др.) до современной эндоваскулярной методики (стентирование левой почечной вены). Авторы делают акцент на том, что последний способ лечения сопряжен с менее частыми осложнениями по сравнению с открытой хирургией [22]. X. Wang et al. в 2012 г. описали опыт стентирования левой почечной вены у пациентов с гематурией, обусловленной синдромом Щелкунчика. Пациентам в возрасте от 13 до 30 лет, из которых двое – женского, а остальные – мужского пола, имплантированы стенты диаметром 14 мм и длиной 60 мм. Послеоперационное наблюдение составило от 12 до 80 мес. Технический успех был достигнут во всех случаях, периоперационных осложнений не было. Через 12 мес миграция стентов в нижнюю

полу ю вену выявлена в двух случаях. Клинические симптомы прошли через 3 мес после операции, к концу периода наблюдения рецидива симптомов не отмечено [23]. Миграция стента в НПВ и полости сердца является одним из осложнений данной методики, которое требует удаления стента эндоваскулярными методами или кардиохирургическим способом [24, 25].

2. Стентирование левой общей подвздошной вены (ОПВ) при СМТ или ПТФС. В многоцентровом проспективном исследовании TOPOS была убедительно показана эффективность и безопасность применения специального конусовидного стента у пациентов с ПТФС. В исследование включены 60 пациентов (средний возраст  $46 \pm 15$  лет, 68% – женского пола). После 24 мес наблюдения первичная проходимость стентов составила 80,7% (95% ДИ 68,1–90,0%), также отмечалось улучшение заживления трофических язв, улучшение качества жизни, снижение хронического болевого синдрома [26]. В двойном слепом рандомизированном исследовании F.H. Rossi et al. доказали, что стентирование ОПВ при ПТФС является высокоэффективным методом, улучшающим качество жизни пациентов по сравнению с медикаментозной терапией. Отмечено снижение болевого синдрома в группе стентирования с 8 до 2,5 балла по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) против 7 баллов в группе терапии; качество жизни по шкале SF-36 увеличилось с 53,9 до 85 и с 48,3 до 59,8 балла после стентирования и терапии соответственно [27].

Стентирование ОПВ при СМТ при наличии клинических проявлений в виде хронической венозной недостаточности или ВБВМТ является безальтернативным методом лечения. Мультицентровое трёхлетнее исследование, проведенное в 2021 г., которое включало 170 пациентов, из которых 77 были с диагнозом СМТ, продемонстрировало отличные результаты проходимости специальных венозных стентов в течение 36 мес [28]. Очень важно соблюдать этапность лечения ВБВМТ при СМТ: данные литературы показывают, что стентирование при СМТ необходимо проводить первым этапом, так как в 20–85% наблюдений происходит восстановление тазовой венозной гемодинамики, улучшение оттока венозной крови и снижение тазового венозного полнокротия. Авторы рекомендуют вто-

рым этапом выполнять эмболизацию яичниковых вен через 3–6 мес после стентирования в случае сохранения патологического рефлюкса в яичниковых венах [29, 30]. Необходимо подчеркнуть важность применения внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) при стентировании подвздошных вен. ВСУЗИ обеспечивает точное внутрисосудистое измерение диаметра вен и площади поперечного сечения для определения размера стента, точную локацию зоны максимальной компрессии для правильной установки стента и обеспечения адекватного охвата поражения [31]. В исследовании VIDIO сравнивалась мультипланарная венография с ВСУЗИ у 100 пациентов с подвздошно-бедренной венозной обструкцией, относящихся к 4–6 классам по CEAP. Стентирование при стенозе площадью более 54%, выявленном с помощью ВСУЗИ, привело к значительному клиническому улучшению через 6 мес. У пациентов без тромбоза стентирование вены со стенозом диаметром более 61%, выявленном с помощью ВСУЗИ, привело к клиническому улучшению [32].

Эмболизацию яичниковых вен и притоков внутренних подвздошных вен проводят только после исключения вышеописанных состояний, так как эти вены компенсируют нарушение венозного оттока из основных магистральных вен. В случае их преждевременной эмболизации возможно развитие флебогипертензии в нижних конечностях или в венах малого таза, с соответствующими клиническими проявлениями и развитием осложнений.

Первая процедура эмболизации яичниковых вен была проведена в России в 1991 г. Е.В. Галкиным [33]. Через два года, основываясь на опыте успешного устранения рефлюкса в гонадных венах при варикоцеле у мужчин, эмболизацию яичниковых вен выполнили R.D. Edwards et al. Авторы опубликовали клинический случай закрытия обеих ЯВ с помощью эмболизационных спиралей пациентке 40 лет, с тазовыми болями, диспареунией и дисменореей, у которой после операции отмечено значительное улучшение состояния [34]. Высокая эффективность эмболизации тазовых вен при ВБВМТ подтверждена многочисленными исследованиями. В систематическом обзоре, представленном в 2022 г. S.A. Sutanto et al., изучалась эффективность чрескожной эмболизации та-

зовых вен при ВБВМТ. В обзор были включены работы с 1990 по 2020 г. в базах данных MEDLINE и EMBASE, в общей сложности в исследование вошли 970 пациенток, перенесших изолированную эмболизацию тазовых вен при ВБВМТ. Изменение интенсивности боли до и после вмешательства оценивали по ВАШ в семи исследованиях. Проанализированные данные показали следующее: улучшение по ВАШ составило 5,47 балла (95% ДИ 4,77–6,16), у пациенток с нарушением мочеиспускания и диспареунией отмечалось значительное уменьшение симптомов в 78–100 и 60–89,5% случаев соответственно. Наиболее частым осложнением ( $n=19$ ) была миграция спирали. Частота рецидивов ВБВМТ через 1–2 года после эндоваскулярного лечения составила 5,9–25% [35].

Уменьшение болевого синдрома и улучшение качества жизни после эмболизации тазовых вен также было показано V. Hansrani et al. в рандомизированном контролируемом исследовании. Пациентки ( $n=60$ ) случайным образом были разделены на две группы, в первой группе пациенткам проводилась только диагностическая флебография, во второй группе – эндоваскулярная окклюзия тазовых вен. Через 12 мес медиана боли в группе с лечебным вмешательством составила 2 (3–10) балла по сравнению с 9 (5–22) баллами в контрольной группе ( $p=0,016$ ). Интенсивность боли по ВАШ составила 15 (0–3) баллов против 53 (20–72) баллов соответственно ( $p=0,002$ ), значимых осложнений не наблюдалось [36].

На сегодняшний день существует большое количество устройств и способов эмболизации тазовых вен при ВБВМТ. Эмболизационные спирали – наиболее часто используемые устройства для окклюзии овариальных вен, они состоят из сплава никель-хрома или платины с вплетенными нитями дакрона, которые при установке в сосуд способствуют тромбообразованию, с последующей полной окклюзией. Спирали изготавливаются различной формы и размеров (0,018/0,035/0,038 дюйма) для использования с катетерами стандартного размера (4–5 Fr) или микрокатетерами различного размера. По способу доставки различают толкаемые спирали и отделяемые. Преимуществом последних является возможность переустановки при неадекватной окклюзии и минимизация миграции спирали в другие сосудистые бассейны. Современные

спирали безопасны при выполнении магнитно-резонансного исследования и не вызывают серьезных побочных эффектов. Диаметр спирали должен на 20–30% превышать диаметр эмболизируемой вены [37] для устранения риска миграции.

Для рентгенохирургического лечения ВБВМТ также можно использовать окклюдер для закрытия периферических сосудов (Amplatzer Vascular Plug II и IV, Abbott, США). Впервые эмболизация яичниковой вены окклюдером была проведена в 2008 г. A. Vasile [38]. Это устройство состоит из трёх сегментов, которые изготовлены из двух слоёв нитиноловой сетки, что способствует плотному прилеганию к сосудистой стенке и обеспечивает полную окклюзию. Преимуществом окклюдеров является способность полностью контролировать место установки и в случае неоптимальной окклюзии выполнить его извлечение и выбрать новое место для имплантации. В рандомизированном исследовании, проведенном J.A. Guirola et al. в 2014–2015 гг., сравнивалась безопасность и эффективность применения окклюдеров по сравнению со спиралями [39]. В одноцентровом исследовании принимали участие 100 женщин, разделенных на две группы по 50 человек. Средний возраст пациенток составил  $42,7 \pm 7,6$  года, средний балл по ВАШ до операции  $7,5 \pm 7,6$ . В группе, в которой применялись эмболизационные спирали, время рентгеноскопии было значительно ( $p < 0,001$ ) больше ( $33,4 \pm 4,68$  мин), чем в группе с окклюдерами ( $19,5 \pm 6,14$  мин); доза облучения, соответственно, была больше в группе со спиралями ( $948,0 \pm 248,45$  мГр против  $320 \pm 134,33$  мГр) [39]. Эмболизацию яичниковых вен с помощью окклюдеров в России впервые выполнили в Дагестанском центре кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии им. А.О. Махачева [40, 41]. Применение периферических окклюдеров семейства AVP при ВБВМТ целесообразно у больных со стволовым типом строения яичниковой вены или притоков левой внутренней подвздошной вены. При выполнении флебографии необходимо тщательно оценить анатомию и исключить наличие коллатеральных вен, которые после закрытия вены могут служить источником рецидива.

Использование фибросклерозирующих препаратов как изолированно, так и в сочетании с вышеуказанными девайсами также является

эффективным методом лечения ВБВМТ. На сегодняшний день применяют 3% раствор тетрадецилсульфата в виде пены, который при попадании в просвет сосуда вызывает коагуляцию белков, раздражает гладкомышечные элементы венозной стенки и тем самым способствует уменьшению диаметра сосуда, а в дальнейшем просвет сосуда полностью закрывается за счёт фиброобразования [42, 43].

В качестве эмболизирующих агентов также можно использовать *n*-бутил-2-цианоакрилат (NBCA) и липиодол, чтобы замедлить процесс полимеризации и избежать приклеивания микрокатетера к стенке яичниковой вены. Липиодол также необходим для флюороскопической визуализации клея при эмболизации [44]. В литературе описано применение в качестве эмболизата жидкостной эмболизирующей системы Опух (ev3, Ирвин, Калифорния, США). Это биосовместимый сополимер этилена и винилового спирта (EVOH), растворенный в диметилсульфоксиде (DMSO), который при контакте с кровью затвердевает и превращается в пластик. С. Marcelin et al. представили работу, в которой показан опыт применения Опух у пациенток с ВБВМТ. Были прооперированы 17 женщин, средний возраст составил  $44,7 \pm 12,2$  года. Клиническая эффективность оценивалась по исчезновению симптомов после эмболизации. Технический успех был достигнут во всех случаях, значительных осложнений во время и после операции не выявлено. Диапазон наблюдения составил 6–69 мес, первичная и вторичная клиническая эффективность отмечена в 76,5% (13/17 женщин) и 94,1% (16/17 женщин) случаев соответственно [45].

S.J. Dos Santos et al. продемонстрировали высокую эффективность эмболизации притоков внутренних подвздошных вен у пациенток с вульварным варикозом и ВБВМТ [46]. Между тем некоторые авторы отмечают, что изолированная флебэктомия и склеротерапия вульварных вен являются более эффективными при коррекции пельвиоперинеального рефлюкса [9, 12, 47].

### Осложнения эндovasкулярного лечения ВБВМТ

В обзоре, представленном в 2022 г. S.A. Sutanto et al., описываются 73 осложнения (970 пациентов), отмеченных в 12 иссле-

дованиях [35]. Согласно стандартам Общества интервенционной радиологии, 23 случая были отнесены к категории серьезных осложнений и включали миграцию спиралей в 19 и выпадение витков спирали в 4 наблюдениях. Миграция спиралей в большинстве случаев происходит в легочную артерию, реже в общую подвздошную вену или в левую почечную вену; спирали благополучно извлекаются с помощью петлевых ловушек. В нескольких наблюдениях сообщалось об усилении болевого синдрома вследствие протрузии спирали из стенки вены, боли были купированы после лапароскопической резекции яичниковой вены [48]. Также описаны осложнения, связанные с местом доступа (гематомы при трансфеморальном доступе, тромбоз вен плеча, пункция общей сонной артерии при югулярном доступе), постэмболизационный синдром, тромбоз овариальных вен и вен малого таза.

### Заключение

Анализ данных медицинской литературы показывает, что рентгенэндоваскулярные методы наиболее эффективны в диагностике и лечении ВБВМТ у женщин. Общий алгоритм применения эмболизирующих агентов при различных анатомических вариантах строения яичниковых вен отсутствует. Также отсутствует алгоритм лечения рецидива ВБВМТ у женщин после эндоваскулярного вмешательства.

### Литература/References

1. Zondervan K.T., Yudkin P.L., Vessey M.P., Dawes M.G., Barlow D.H., Kennedy S.H. Prevalence and incidence of chronic pelvic pain in primary care: evidence from a national general practice database. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1999; 106 (11): 1149–1155.
2. Gooch R. An account of some of the most important diseases peculiar to women. London, England: John Murray; 1829: 341.
3. Dudley A.P. Varicocele in the female: what is its influence on the ovary? *N. Y. Med. J.* 1888; 48: 147–149.
4. Taylor H.C. Life situations, emotions and gynecologic pain associated with congestion. *Res. Publ. Assoc. Res. Nerv. Ment. Dis.* 1949; 29: 1051–1056.
5. Taylor H.C. Vascular congestion and hyperemia; their effect on function and structure in the female reproductive organs; the clinical aspects of the congestion-fibrosis syndrome. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1949; 57 (4): 637–653.
6. Howard F.M. Chronic pelvic pain. *Obstet. Gynecol.* 2003; 101 (3): 594–611.
7. Фомина Е.Е., Ахметзянов Р.В., Бредихин Р.А., Тухбаулин М.Г. Современный взгляд на проблему варико-

- ной болезни вен таза. *Современные технологии в медицине*. 2018; 10 (2): 166–174. DOI: 10.17691/stm2018.10.2.20
- Fomina E.E., Akhmetzyanov R.V., Bredikhin R.A., Tukhbatullin M.G. A current view on the problem of varicose veins of the pelvis (review). *Sovremennye Tehnologii v Medicine*. 2018; 10 (2): 166–174 (in Russ.). DOI: 10.17691/stm2018.10.2.20
8. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. *Флебология*. 2018; 12 (3): 146–240. DOI: 10.17116/flebo20187031146  
Russian clinical guidelines for the diagnostics and treatment of chronic venous diseases. *Journal of Venous Disorders*. 2018; 12 (3): 146–240 (in Russ.). DOI: 10.17116/flebo20187031146
  9. Scultetus A.H., Villavicencio J.L., Gillespie D.L., Kao T.C., Rich N.M. The pelvic venous syndromes: analysis of our experience with 57 patients. *J. Vasc. Surg.* 2002; 36 (5): 881–888. DOI: 10.1067/mva.2002.129114
  10. Павленко Н.И., Писклаков А.В., Медяникова И.В., Баринов С.В. Современный подход к диагностике и лечению овариоцеле у девочек-подростков. *Фундаментальные исследования*. 2015; 1 (часть 7): 1401–1404.  
Pavlenko N.I., Pisklavkov A.V., Medyannikova I.V., Barinov S.V. Modern approach for diagnosis and treatment of ovaricocele in adolescent girls. *Fundamental Research*. 2015; 1 (Pt 7): 1401–1404 (in Russ.).
  11. Parsi K. Anatomy for phlebologists [document on the Internet], 2007. <http://www.conferencematters.co.nz/pdf/ParsiAnatomy%20and%20physiology%202007.pdf>
  12. Гаврилов С.Г., Можаровский К.В., Савинкова К.Ю. Пельвиоперинеальный рефлюкс: причины возникновения, методы диагностики и лечения. *Флебология*. 2018; 12 (2): 82–90. DOI: 10.17116/flebo201812282-88  
Gavrilov S.G., Mozharovsky K.V., Savinkova K.Yu. Pelvic-perineal reflux: pathogenesis, diagnostics, and treatment. *Journal of Venous Disorders*. 2018; 12 (2): 82–90 (in Russ.). DOI: 10.17116/flebo201812282-88
  13. Kachlik D., Pechacek V., Musil V., Vaca V. The venous system of the pelvis: new nomenclature. *Phlebology*. 2010; 25 (4): 162–173. DOI: 10.1258/phleb.2010.010006
  14. Фомина Е.Е., Ахметзянов Р.В., Тухбатуллин М.Г. Методология ультразвукового исследования при варикозной болезни вен таза. *Практическая медицина*. 2016; 9 (101). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-ultrazvukovogo-issledovaniya-pri-varikoznoy-bolezni-ven-taza>  
Fomina E.E., Akhmetzyanov R.V., Tukhbatullin M.G. Methodology of ultrasound investigation of pelvic varicose disease. *Practical Medicine Journal*. 2016; 9 (101) (in Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-ultrazvukovogo-issledovaniya-pri-varikoznoy-bolezni-ven-taza>
  15. Гаврилов С.Г., Кириенко А.И. Варикозная болезнь таза. Монография. М.: ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Пирогова» Минздрава России; 2015.  
Gavrilov S.G., Kiriyenko A.I. Varicose veins of the pelvis. The monograph. Moscow; 2015 (in Russ.).
  16. Озерская И.А., Агеева М.И. Хроническая тазовая боль у женщин репродуктивного возраста. Ультразвуковая диагностика. М.: Видар-М; 2009.  
Ozerskaya I.A., Ageeva M.I. Chronic pelvic pain in women of reproductive age. Ultrasound diagnostics. Moscow; 2009 (in Russ.).
  17. Pitoulias A.G., Andrioti Petropoulou N., Bontinis V., Chatzelas D.A., Bontinis A., Thanos A., Pitoulias G.A. Ultrasonography in the diagnosis of pelvic vein insufficiency, a systematic review and meta-analysis. *Phlebology*. 2025; 40 (6): 386–394. DOI: 10.1177/02683555241312780
  18. Фомина Е.Е., Яхин А.М., Шавалиева А.Р. Роль КТ-флебографии в диагностике варикозной болезни таза у женщин. *Acta Medica Eurasica*. 2024; 2: 42–49. DOI: 10.47026/2413-4864-2024-2-42-49  
Fomina E.E., Yakhin A.M., Shavaliyeva A.R. The role of CT phlebography in the diagnosis of pelvic varicose disease in woman. *Acta Medica Eurasica*. 2024; 2: 42–49 (in Russ.). DOI: 10.47026/2413-4864-2024-2-42-49
  19. Osman A.M., Mordi A., Khattab R. Female pelvic congestion syndrome: how can CT and MRI help in the management decision? *Br. J. Radiol.* 2021; 94 (1118): 20200881. DOI: 10.1259/bjr.20200881
  20. Orczyk K., Wysiadecki G., Majos A., Stefańczyk L., Topol M., Polgaj M. What each clinical anatomist has to know about left renal vein entrapment syndrome (nutcracker syndrome): a review of the most important findings. *Biomed. Res. Int.* 2017; 2017: 1746570. DOI: 10.1155/2017/1746570
  21. Antignani P.L., Lazarashvili Z., Monedero J.L., Ezpeleta S.Z., Whiteley M.S., Khilnani N.M. et al. Diagnosis and treatment of pelvic congestion syndrome: UIP consensus document. *Int. Angiol.* 2019; 38 (4): 265–283. DOI: 10.23736/S0392-9590.19.04237-8
  22. De Macedo G.L., Dos Santos M.A., Sarris A.B., Gomes R.Z. Diagnosis and treatment of the Nutcracker syndrome: a review of the last 10 years. *J. Vasc. Bras.* 2018; 17 (3): 220–228. DOI: 10.1590/1677-5449.012417
  23. Wang X., Zhang Y., Li C., Zhang H. Results of endovascular treatment for patients with nutcracker syndrome. *J. Vasc. Surg.* 2012; 56 (1): 142–148. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.01.007
  24. Tian L., Chen S., Zhang G., Zhang H., Jin W., Li M. Extravascular stent management for migration of left renal vein endovascular stent in nutcracker syndrome. *BMC Urol.* 2015; 15: 73. DOI: 10.1186/s12894-015-0063-0
  25. Chen S., Zhang H., Tian L., Li M., Zhou M., Wang Z. A stranger in the heart: LRV stent migration. *Int. Urol. Nephrol.* 2009; 41 (2): 427–430. DOI: 10.1007/s11255-008-9478-9
  26. Sebastian T., Barco S., Voci D., Lichtenberg M., Schlager O., Jalaie H. et al. The TOPOS study. *Vasa*. 2024; 53 (3): 217–224. DOI: 10.1024/0301-1526/a001118
  27. Rossi F.H., Kambara A.M., Izukawa N.M., Rodrigues T.O., Rossi C.B., Sousa A.G. et al. Randomized double-blinded study comparing medical treatment versus iliac vein stenting in chronic venous disease. *J. Vasc. Surg. Venous. Lymphat. Disord.* 2018; 6 (2): 183–191. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.11.003
  28. Dake M.D., O'Sullivan G., Shammam N.W., Lichtenberg M., Mwipatayi B.P., Settlege R.A.; VERNACULAR Trial Investigators. Three-year results from the venovo venous stent study for the treatment of iliac and femoral vein obstruction. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2021; 44 (12): 1918–1929. DOI: 10.1007/s00270-021-02975-2  
Erratum in: *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2021; 44 (12): 2027. DOI: 10.1007/s00270-021-02982-3
  29. Santoshi R.K.N., Lakhanpal S., Satwah V., Lakhanpal G., Malone M., Pappas P.J. Iliac vein stenosis is an underdiagnosed cause of pelvic venous insufficiency. *J. Vasc. Surg. Venous. Lymphat. Disord.* 2018; 6 (2): 202–211. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.09.007
  30. Гаврилов С.Г., Лебедев И.С., Васильев А.В., Мишакина Н.Ю. Обоснование целесообразности стентирования венозных обструкций. *Новости хирургии*. 2023; 31 (1). DOI: 10.18484/2305-0047.2023.1.26

- Gavrilov S.G., Lebedev I.S., Vasiliev A.V., Mishakina N.Yu. Substantiation of the expediency of venous obstruction stenting. *Surgical News*. 2023; 31 (1) (in Russ.). DOI: 10.18484/2305-0047.2023.1.26
31. Fereydooni A., Stern J.R. Contemporary treatment of May-Thurner syndrome. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2021; 62 (5): 447–455. DOI: 10.23736/S0021-9509.21.11889-0
  32. Gagne P.J., Gasparis A., Black S., Thorpe P., Passman M., Vedantham S. et al. Analysis of threshold stenosis by multiplanar venogram and intravascular ultrasound examination for predicting clinical improvement after iliofemoral vein stenting in the VIDIO trial. *J. Vasc. Surg. Venous. Lymphat. Disord.* 2018; 6 (1): 48–56.e1. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.07.009
  33. Галкин Е.В., Гракова Л.С., Наумова Е.Б. Рентгено-эндоваскулярная хирургия гипопункции яичников при варикозном расширении овариальных вен. *Вестник рентгенологии*. 1991; 5: 51–59.  
Galkin E.V., Grakova L.S., Naumova E.B. X-ray endovascular surgery of ovarian hypofunction in varicose veins. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 1991; 5: 51–59 (in Russ.).
  34. Edwards R.D., Robertson I.R., MacLean A.B., Hemingway A.P. Case report: pelvic pain syndrome – successful treatment of a case by ovarian vein embolization. *Clin. Radiol.* 1993; 47 (6): 429–431. DOI: 10.1016/s0009-9260(05)81067-0
  35. Sutanto S.A., Tan M., Onida S., Davies A.H. A systematic review on isolated coil embolization for pelvic venous reflux. *J. Vasc. Surg. Venous. Lymphat. Disord.* 2022; 10 (1): 224–232.e9. DOI: 10.1016/j.jvsv.2021.07.006
  36. Hansrani V., Riding D., Seif M.W., Caress A.L., Payne K., Ghosh J., McCollum C.N. Transvenous occlusion of incompetent pelvic veins to treat chronic pelvic pain in women: a randomised controlled trial. *BJOG*. 2023; 130 (11): 1362–1369. DOI: 10.1111/1471-0528.17512
  37. Osuga K., Mikami K., Higashihara H., Maeda N., Tsuboyama T., Kuwabara M. et al. Principles and techniques of transcatheter embolotherapy for peripheral vascular lesions. *Radiat. Med.* 2006; 24 (4): 309–314. DOI: 10.1007/s11604-006-2411-1
  38. Basile A., Marletta G., Tsetis D., Patti M.T. The Amplatzer vascular plug also for ovarian vein embolization. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2008; 31 (2): 446–447. DOI: 10.1007/s00270-007-9235-y
  39. Guirola J.A., Sánchez-Ballester M., Sierre S., Lahuerta C., Mayoral V., De Gregorio M.A. A randomized trial of endovascular embolization treatment in pelvic congestion syndrome: fibered platinum coils versus vascular plugs with 1-year clinical outcomes. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2018; 29 (1): 45–53. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.09.011
  40. Махачев О.А., Абасов Ф.Х., Шелеско А.А. Рентгено-эндоваскулярная эмболизация яичниковых вен при варикозной болезни вен малого таза: первичный опыт в Республике Дагестан. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2016; 17 (S3): 66.  
Makhachev O.A., Abasov F.Kh., Shelesko A.A. X-ray endovascular embolization of ovarian veins in patients with varicose veins of the small pelvis: primary experience in the Republic of Dagestan. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2016; 17 (S3): 66 (in Russ.).
  41. Махачев О.А., Абасов Ф.Х., Шелеско А.А. Рентгено-эндоваскулярная эмболизация яичниковых вен при варикозной болезни вен малого таза: первый случай имплантации окклюдера в России. В кн.: *Новое в хирургии и кардиологии Дагестана. Материалы VIII Республиканской научно-практической конференции, посвященной 85-летию ДГМУ. Махачкала; 2017: 60.*  
Makhachev O.A., Abasov F.Kh., Shelesko A.A. X-ray endovascular embolization of ovarian veins in pelvic varicose veins: the first case of occluder implantation in Russia. In: *New in surgery and cardiology of Dagestan. Materials of the VIII Republican Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of DSMU. Makhachkala; 2017: 60 (in Russ.).*
  42. Pieri S., Agresti P., Morucci M., de' Medici L. Percutaneous treatment of pelvic congestion syndrome. *Radiol. Med.* 2003; 105 (1–2): 76–82. PMID: 12700549.
  43. Tropeano G., Di Stasi C., Amoroso S., Cina A., Scambia G. Ovarian vein incompetence: a potential cause of chronic pelvic pain in women. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2008; 139 (2): 215–221. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2007.11.006
  44. Sze D.Y., Kao J.S., Frisoli J.K., McCallum S.W., Kennedy W.A. 2nd, Razavi M.K. Persistent and recurrent postsurgical varicocele: venographic anatomy and treatment with N-butyl cyanoacrylate embolization. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2008; 19 (4): 539–545. DOI: 10.1016/j.jvir.2007.11.009
  45. Marcelin C., Izaaryene J., Castelli M., Barral P.A., Jacquier A., Vidal V., Bartoli J.M. Embolization of ovarian vein for pelvic congestion syndrome with ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx®). *Diagn. Interv. Imaging*. 2017; 98 (12): 843–848. DOI: 10.1016/j.diii.2017.05.011
  46. Dos Santos S.J., Holdstock J.M., Harrison C.C., Whiteley M.S. Long-term results of transjugular coil embolisation for pelvic vein reflux. Results of the abolition of venous reflux at 6–8 years. *Phlebology*. 2016; 31 (7): 456–462. DOI: 10.1177/0268355515591306
  47. Szary C., Wilczko J., Plucinska D., Pachuta A., Napierala M., Bodziony A. et al. The analysis of selected morphological and hemodynamic parameters of the venous system and their presumable impact on the risk of recurrence after varicose vein treatment. *J. Clin. Med.* 2021; 10: 455.
  48. Гаврилов С.Г., Сажин А.В., Красавин Г.В., Ефремова О.И., Мишакина Н.Ю. Эндоваскулярная эмболизация гонадных вен в коррекции венозной тазовой боли: польза или вред? *Флебология*. 2020; 14 (2): 149–154. DOI: 10.17116/flebo202014021149  
Gavrilov S.G., Sazhin A.V., Krasavin G.V., Efremova O.I., Mishakina N.Yu. Endovascular embolization in the treatment of venous pelvic pain. *Journal of Venous Disorders*. 2020; 14 (2): 149–154 (in Russ.). DOI: 10.17116/flebo202014021149

## Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.126.52-089.819.1-06

## Ближайшие результаты транскатетерной имплантации аортального клапана с использованием баллонорасширяемых и самораскрывающихся клапанов у пациентов с трехстворчатой анатомией аортального клапана

Г.В. Марданян, М.В. Карук , Р.С. Поляков, М.В. Пурецкий, Ю.М. Саакян, А.А. Пиркова, К.А. Кур-ипа, Ш.Г. Чаргазия, В.М. Сафонова, С.О. Попов, С.А. Абугов

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

**Марданян Гайк Ваникович**, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-7442-520X  
 **Карук Марина Валентиновна**, аспирант; orcid.org/0000-0002-2292-6758, e-mail: bartimeyswork@yandex.ru  
**Поляков Роман Сергеевич**, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-9323-4003  
**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  
**Пиркова Александра Александровна**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-5101-1004  
**Кур-ипа Киазим Асланович**, аспирант; orcid.org/0000-0002-2395-5999  
**Чаргазия Шота Георгиевич**, аспирант; orcid.org/0000-0002-8598-2933  
**Сафонова Вера Михайловна**, аспирант; orcid.org/0000-0003-4631-2408  
**Попов Сергей Олегович**, канд. мед. наук, главный врач НКЦ № 1; orcid.org/0000-0002-4488-1597  
**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

**Цель исследования** – оценка эффективности и безопасности применения баллонорасширяемых (БРК) и самораскрывающихся (СРК) клапанов у пациентов с выраженным стенозом аортального клапана и трехстворчатой анатомией.

**Материал и методы.** В исследование включен 191 пациент с выраженным стенозом трехстворчатого аортального клапана, которым по анатомическим критериям было возможно выполнение имплантации обоих типов клапанов. Первичными конечными точками стали комбинированная точка эффективности и комбинированная точка безопасности. К вторичным конечным точкам отнесены эхокардиографические характеристики, частота развития новых нарушений проводимости, а также оценка качества жизни по опроснику KCCQ-12 и динамика функционального статуса по NYHA.

**Результаты.** БРК и СРК сопоставимы по эффективности и безопасности по данным 30-дневного периода наблюдения. При этом баллонорасширяемые биопротезы характеризовались более низкой частотой парапротезной регургитации и нарушений проводимости, тогда как самораскрывающиеся клапаны обеспечивали лучшие гемодинамические показатели.

**Заключение.** Баллонорасширяемые и самораскрывающиеся биопротезы сопоставимы по клинической эффективности и общей безопасности при лечении выраженного стеноза аортального клапана по данным 30-дневного периода наблюдения.

**Ключевые слова:** транскатетерная имплантация аортального клапана, стеноз аортального клапана, качество жизни

**Для цитирования:** Марданян Г.В., Карук М.В., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Пиркова А.А., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Сафонова В.М., Попов С.О., Абугов С.А. Ближайшие результаты транскатетерной имплантации аортального клапана с использованием баллонорасширяемых и самораскрывающихся клапанов у пациентов с трехстворчатой анатомией аортального клапана. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 309–318. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-309-318

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 25.06.2025  
 Принята к печати 29.08.2025

## Early outcomes of transcatheter aortic valve implantation using balloon-expandable and self-expandable valves in patients with tricuspid aortic valve anatomy

G.V. Mardanyan, M.V. Karuk , R.S. Polyakov, M.V. Puretskiy, Yu.M. Saakyan, A.A. Pirkova, K.A. Kur-ipa, Sh.G. Chargaziya, V.M. Safonova, S.O. Popov, S.A. Abugov

Petrovskiy Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

Gayk V. Mardanyan, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X

✉ Marina V. Karuk, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2292-6758, e-mail: bartimeyswork@yandex.ru

Roman S. Polyakov, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003

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

Aleksandra A. Pirkova, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-5101-1004

Kiazim A. Kur-ipa, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2395-5999

Shota G. Chargaziya, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-8598-2933

Vera M. Safonova, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4631-2408

Sergey O. Popov, Cand. Med. Sci., Chief Physician; orcid.org/0000-0002-4488-1597

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

### Abstract

**Objective.** To evaluate the efficacy and safety of balloon-expandable (BEV) and self-expanding (SEV) valves in patients with severe aortic stenosis and tricuspid aortic valve anatomy.

**Material and methods.** The study included 191 patients with severe tricuspid aortic stenosis who were eligible for implantation of either valve type based on anatomical criteria. The primary endpoints were composite efficacy and safety endpoints. Secondary endpoints included echocardiographic characteristics, incidence of new conduction abnormalities, quality of life assessed using the KCCQ-12 questionnaire, and changes in functional status according to the NYHA classification.

**Results.** BEVs and SEVs demonstrated comparable efficacy and safety over the 30-day follow-up period. Balloon-expandable valves were associated with a lower incidence of paravalvular regurgitation and conduction disturbances, whereas self-expanding valves showed superior hemodynamic performance.

**Conclusion.** Balloon-expandable and self-expanding bioprosthetic valves are comparable in terms of clinical efficacy and overall safety for the treatment of severe aortic stenosis based on 30-day follow-up data.

**Keywords:** transcatheter aortic valve implantation, aortic valve stenosis, quality of life

**For citation:** Mardanyan G.V., Karuk M.V., Polyakov R.S., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Pirkova A.A., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Safonova V.M., Popov S.O., Abugov S.A. Early outcomes of transcatheter aortic valve implantation using balloon-expandable and self-expandable valves in patients with tricuspid aortic valve anatomy. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 309–318 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-309-318

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

Received June 25, 2025

Accepted August 29, 2025

### Введение

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) представляет собой передовой малоинвазивный метод лечения аортального стеноза, который изначально применялся исключительно у пациентов с высоким хирургическим риском [1, 2]. Однако за последние годы многочисленные клинические исследования убедительно продемонстрировали его эффективность и безопасность у пациентов с низким хирургическим риском при сравне-

нии с открытым протезированием аортального клапана [3, 4]. Это привело к расширению показаний для ТИАК, что в свою очередь вызвало новые вопросы, связанные с оптимальным выбором клапана для различных категорий пациентов.

В настоящее время все представленные на рынке эндоваскулярные клапаны можно разделить на две основные группы: баллоно-расширяемые и самораскрывающиеся модели. Различия в строении, уровне фиксации, высоте, способе имплантации и наличии юбки

являются конструктивными особенностями строения биопротеза, которые оказывают непосредственное влияние на результаты ТИАК. С момента появления ТИАК в клинической практике типы клапанов значительно изменились, что привело к улучшению гемодинамики, снижению частоты парапротезной регургитации, минимизации риска нарушений проводимости. В результате были разработаны различные поколения как баллонорасширяемых, так и самораскрывающихся клапанов (БРК, СРК).

Выбор определенного биопротеза оказывает влияние как на непосредственный успех процедуры, так и на долгосрочный клинический результат. В условиях доступности разных моделей клапанов вопрос о выборе подходящего биопротеза является наиболее актуальным.

В имеющейся литературе есть большое количество исследований, посвященных сравнению эффективности и безопасности обоих типов биопротезов (SCOPE I/II, CHOICE, SOLVE-TAVI) [5, 6]. Однако эти исследования проводились в основном в отношении второго и третьего поколений биопротезов. В то же время исследования, которые освещают новейшие поколения биопротезов, остаются немногочисленными.

В связи с этим настоящая работа направлена на сравнительный анализ новейших моделей транскатетерных аортальных клапанов в условиях реальной клинической практики.

Цель нашего исследования – оценка эффективности и безопасности применения баллонорасширяемых и самораскрывающихся клапанов у пациентов с выраженным стенозом аортального клапана и трехстворчатой анатомией.

## Материал и методы

Данное исследование является одноцентровым, ретро- и проспективным. В исследование включались пациенты старше 18 лет с выраженным стенозом трехстворчатого аортального клапана, которым по анатомическим критериям возможна была имплантация обоих видов клапанов. Из исследования исключались пациенты с двухстворчатым аортальным клапаном, с выраженным кальцинозом выводного тракта левого желудочка, а также пациенты, которым требовалась имплантация клапан в клапан. Выраженный стеноз опреде-

лялся по эхокардиографическим критериям: площадь открытия аортального клапана менее 1,0 см<sup>2</sup>, средний градиент давления на аортальном клапане более 40 мм рт. ст., пиковая скорость изгнания на аортальном клапане более 4,0 м/с.

Таким образом, в исследование был включен 191 пациент с выраженным стенозом аортального клапана. Всем пациентам выполнялась ТИАК с использованием самораскрывающихся (Medtronic, Corevalve Evolut PRO) или баллонорасширяемых (Meril Life Sciences, Myval) биопротезов. Пациенты были разделены на две группы: в группе БРК имплантировались баллонорасширяемые клапаны Myval, а в группе СРК – самораскрывающиеся клапаны Corevalve Evolut PRO.

Перед процедурой пациентам проводилась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) для оценки анатомии аортального клапана, выводного тракта левого желудочка и высоты отхождения коронарных артерий.

Клинико-демографические и анатомические характеристики пациентов представлены в таблице 1.

В рамках предоперационной подготовки всем пациентам выполнялось клинико-инструментальное обследование, включавшее электрокардиографию, эхокардиографию (ЭхоКГ) и лабораторные исследования. Эхокардиографическая характеристика групп представлена в таблице 2.

Транскатетерная имплантация аортального клапана осуществлялась под местной анестезией через трансфеморальный доступ. Решение о выполнении пре- и/или постдилатации принималось оператором в ходе процедуры.

Во время оперативного вмешательства пациентам проводилась антикоагулянтная терапия нефракционированным гепарином под контролем активированного времени свертывания. Перед завершением вмешательства выполнялась интраоперационная трансторакальная эхокардиография для оценки непосредственного результата ТИАК, а также контроля наличия выпота в перикарде и выраженной аортальной регургитации.

Первичной эффективной конечной точкой являлась комбинированная точка, которая включала дисфункцию биопротеза согласно критериям VARC-3, повторную госпитализацию по причине декомпенсации ХСН. Дисфункция биопротеза по критериям VARC-3

Таблица 1

## Клинико-демографические и анатомические характеристики пациентов

Показатель	БРК (n=113)	СРК (n=78)	P
Мужской пол	82 (72,6)	54 (69,2)	0,736
Возраст, лет	78 ± 5,2	77 ± 6,6	0,689
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,5 (24,4–32,8)	27,6 (24,8–31,8)	0,711
STS score, %	3,8 (2,9–4,6)	4,1 (2,9–5,0)	0,661
ФВ, %	60,0 (55,0–65,0)	60,0 (55,0–64,8)	0,839
ХСН ≥ 2А	44 (38,9)	22 (28,2)	0,168
ХБП ≥ 3Б	108 (95,6)	76 (97,4)	0,779
Сахарный диабет	38 (33,6)	30 (38,5)	0,595
Ишемическая болезнь сердца	43 (38,1)	29 (37,2)	1,0
Хроническая обструктивная болезнь легких	5 (4,4)	6 (7,7)	0,522
Импантированный электрокардиостимулятор	8 (7,1)	8 (10,3)	0,608
Фибрилляция предсердий	47 (41,6)	29 (37,2)	0,644
Блокада правой ножки пучка Гиса	8 (7,1)	3 (3,8)	0,531
Блокада левой ножки пучка Гиса	12 (10,6)	5 (6,4)	0,456
Диаметр ФК, мм	23,9 ± 2,2	24,3 ± 2,0	0,731
Периметр ФК, мм	74,8 (69,8–79,0)	76,0 (72,1–82,2)	0,125
Площадь ФК, мм <sup>2</sup>	455,4 (403,9–517,6)	432,9 (375,2–475,9)	0,126
Высота ЛКА, мм	12,3 ± 2,5	13,1 ± 2,3	0,669
Высота ПКА, мм	14,4 (12,8–16,1)	14,0 (11,8–16,1)	0,344

Примечания. ИМТ – индекс массы тела; ФВ – фракция выброса; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ХБП – хроническая болезнь почек; ФК – фиброзное кольцо; ЛКА – левая коронарная артерия; ПКА – правая коронарная артерия. Данные представлены в виде n (%), среднего значения и стандартного отклонения (M±SD), медианы и межквартильного интервала (Me (Q1–Q3)).

Таблица 2

## Эхокардиографическая характеристика пациентов

Показатель	БРК (n=113)	СРК (n=78)	P
Площадь открытия, см <sup>2</sup>	0,6 (0,5–0,7)	0,6 (0,5–0,7)	0,767
Средний градиент давления, мм рт. ст.	53,0 (44,0–68,0)	58,0 (48,0–71,0)	0,097
Пиковый градиент давления, мм рт. ст.	92,0 (75,0–111,0)	95,3 (77,3–112,8)	0,527

Примечание. Данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала (Me (Q1–Q3)).

включала парапротезную регургитацию (ПР) умеренной или тяжелой степени, повышение среднего градиента давления на биопротезе ( $PG_{cp} > 20$  мм рт. ст.), снижение эффективной площади отверстия клапана, повторное вмешательство, обусловленное дисфункцией биопротеза.

Первичной конечной точкой безопасности выступала также комбинированная точка, включающая смертность от всех причин (на сроке 30 дней), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), массивные кро-

воотечения (тип  $\geq 3$  по классификации BARC), развитие острой почечной недостаточности (ОПН) II–III стадии по классификации KDIGO, имплантацию постоянного электрокардиостимулятора (ЭКС).

В качестве вторичных конечных точек оценивались: средний и пиковый градиенты давления на биопротезе, эффективная площадь отверстия клапана, частота новых нарушений проводимости (блокада левой ножки пучка Гиса), парапротезная регургитация 1–2 степени, оценка качества жизни по опроснику

КССQ-12 и динамики функционального статуса по NYHA перед ТИАК и через 30 дней после ТИАК.

Средняя длительность наблюдения составила 2 мес. Полученные результаты оценивались в госпитальном периоде и через месяц после выполнения ТИАК в рамках очного визита, который включал осмотр врача и выполнение ЭхоКГ.

*Статистическая обработка данных.* Систематизация и предварительная обработка данных осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программ IBM SPSS Statistics v.26 (IBM Corporation).

Номинальные переменные описывались с указанием абсолютного количества наблюдений и соответствующих процентных долей. Для анализа количественных данных предварительно оценивалось соответствие распределения нормальному закону при помощи критерия Колмогорова–Смирнова. При нормальном распределении данные описывались с использованием средних значений (M), стандартных отклонений (SD). В случае отклонения от нормального распределения использовались медианы (Me) и межквартильные интервалы (Q1–Q3).

С целью корректировки систематических различий между группами пациентов, которым были имплантированы самораскрывающиеся и баллонорасширяемые биопротезы, применялся метод взвешивания по обратной вероят-

ности лечения (Inverse Probability of Treatment Weighting, IPTW). Для расчета весов использовалась логистическая регрессия, в которой зависимой переменной выступал тип протеза, а предикторами – клинически и анатомически значимые ковариаты. В модель включались: возраст, пол, индекс массы тела, фракция выброса левого желудочка, STS Score и анатомические характеристики аортального клапана по данным МСКТ (диаметр, площадь и периметр фиброзного кольца, высота отхождения правой и левой коронарных артерий).

Баланс ковариат до и после применения IPTW оценивался с использованием стандартизованных средних разностей (Standardized Mean Differences, SMD) (рис. 1). Для повышения стабильности модели и исключения пациентов с экстремальными значениями IPTW-весов был проведён тримминг на уровне 1-го и 99-го перцентилей. Весовые значения, выходящие за указанные границы, были обрезаны. Дальнейший анализ конечных точек выполнялся с использованием триммированных IPTW-весов. Баланс между группами после применения стабилизированного IPTW и тримминга 1–99% визуально подтверждается при построении графика стандартизованных средних различий. Все SMD оказались ниже 0,1 или в пределах 0,2, что свидетельствует об удовлетворительном балансе при небольших выборках.

Анализ конечных точек проводился с учетом весов IPTW. Для оценки различий в бинар-

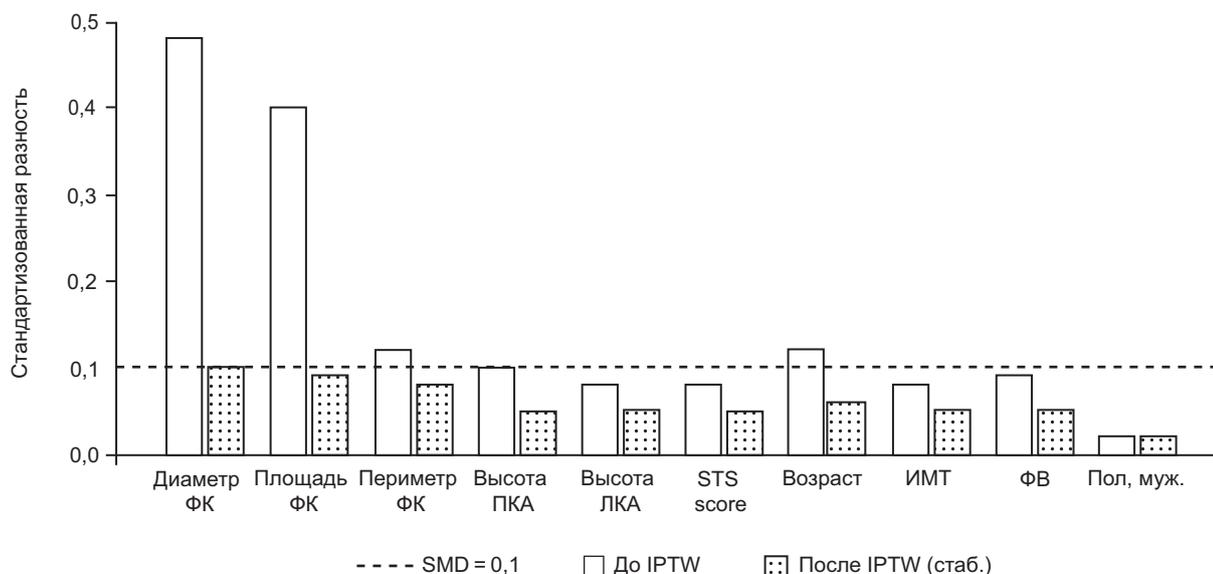


Рис. 1. Баланс ковариат до и после стабилизированного IPTW

ных переменных между группами применялся критерий  $\chi^2$  с IPTW-коррекцией. Для количественных переменных использовался IPTW-взвешенный t-критерий Стьюдента (при нормальном распределении) либо U-критерий Манна–Уитни (при ненормальном распределении). Комбинированные первичные точки формировались согласно принципу «время до первого события»: каждый пациент учитывался в анализе только один раз, при наступлении первого из событий, входящих в состав конечных точек (дисфункция биопротеза, повторная госпитализация по причине декомпенсации хронической сердечной недостаточности, смертность, имплантация ЭКС и др.). При таком подходе не происходило двойного подсчёта событий у одного пациента, а также исключалась вероятность искажения частоты неблагоприятных подходов. При анализе компонентов комбинированной точки каждое событие оценивалось отдельно. Все статистические гипотезы проверялись при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### Результаты

После проведенной статистической обработки в исследование был включен 191 пациент (113 – в группе БРК, 78 – в группе СРК).

Анализ комбинированной первичной эффективной конечной точки, которая включа-

ла повторную госпитализацию и дисфункцию биопротеза, не выявил статистически значимых различий между группами баллонорасширяемых и самораскрывающихся клапанов (3 (2,7%) против 5 (6,4%) соответственно,  $p=0,365$ ). При отдельном анализе компонентов данной точки также не было получено данных за наличие статистически значимой разницы (табл. 3).

В то же время по комбинированной первичной точке безопасности, включающей смертность, ОНМК, массивные кровотечения по BARC, ОПН по KDIGO и имплантацию ЭКС, были выявлены достоверные различия в пользу баллонорасширяемых клапанов (БРК: 15 (13,3%) против СРК: 20 (25,6%),  $p=0,002$ ). Подробный анализ показал, что основной вклад в различие между группами внесла необходимость имплантации постоянного ЭКС, которая чаще отмечалась в группе самораскрывающегося клапана (БРК: 9 (8,0%) против СРК: 13 (16,7%),  $p=0,036$ ). Результаты по комбинированной точке безопасности и ее компонентам представлены в таблице 4.

По ЭхоКГ-характеристикам после выполнения ТИАК обращает на себя внимание высокий уровень парапротезной регургитации (1–2 степени) в группе самораскрывающихся клапанов (БРК: 8,8% против СРК: 24,4%,  $p=0,002$ ). Однако в этой группе лучше результаты в отношении градиентов на имплантиро-

Таблица 3

Первичная комбинированная точка эффективности и ее компоненты, n (%)

Показатель	БРК (n=113)	СРК (n=78)	P
Первичная эффективная точка	3 (2,7)	5 (6,4)	0,365
Дисфункция биопротеза (ПР $\geq$ 2 степени, PG <sub>ср</sub> >20 мм рт. ст., уменьшение эффективной площади отверстия клапана, повторное вмешательство по поводу дисфункции биопротеза)	2 (1,8)	3 (3,8)	0,199
Повторная госпитализация	3 (2,7)	2 (2,6)	1,000

Таблица 4

Первичная комбинированная точка безопасности и ее компоненты, n (%)

Показатель	БРК (n=113)	СРК (n=78)	P
Первичная точка безопасности	15 (13,3)	20 (25,6)	0,002
смертность	2 (1,8)	1 (1,3)	1,000
ОНМК	1 (0,9)	1 (1,3)	1,000
ОПН (KDIGO II–III)	3 (2,7)	4 (5,1)	0,864
имплантация ЭКС	9 (8,0)	13 (16,7)	0,036
кровотечения (BARC $\geq$ 3)	0 (0)	1 (1,3)	0,852

ванном биопротезе. Средний градиент давления на СРК составил 8,4 мм рт. ст. (5,4–11,4),  $p=0,012$ , максимальный градиент давления – 14,4 мм рт. ст. (10,2–18,8),  $p=0,011$ . Результаты вторичных конечных точек представлены в таблице 5.

Анализ клинического состояния пациентов по шкале NYHA и опроснику KCCQ-12 показал выраженное улучшение качества жизни и купирование симптомов хронической сердечной недостаточности после выполнения ТИАК.

Средние значения всех доменов KCCQ-12 в обеих группах существенно выросли по сравнению с исходными показателями. Общая итоговая оценка увеличилась с  $38 \pm 15$  до  $85 \pm 11$  баллов в группе баллонорасширяемых клапанов и с  $36 \pm 16$  до  $82 \pm 13$  баллов в группе самораскрывающихся клапанов. Показатель

физического ограничения также улучшился – с  $37 \pm 16$  до  $87 \pm 10$  и с  $33 \pm 16$  до  $84 \pm 11$  баллов в группах БРК и СРК соответственно. Существенные положительные изменения отмечены и по другим шкалам, включая частоту симптомов, качество жизни и социальные ограничения (табл. 6, 7). Также обращает на себя внимание высокое значение дельты между исходными и конечными результатами, что свидетельствует о значительном улучшении качества жизни пациентов обеих групп.

Распределение функциональных классов (ФК) по NYHA также изменилось в лучшую сторону. До проведения вмешательства преобладали III–IV классы (62,8 и 56,4% пациентов в группах БРК и СРК), тогда как после ТИАК в обеих группах большинство пациентов перешли в I–II класс (табл. 8). Визуализация этих изменений представлена на гистограмме,

Таблица 5

**Вторичные конечные точки**

Показатель	БРК (n=113)	СРК (n=78)	P
Средний градиент давления, мм рт. ст.	13,0 (9,5–15,7)	8,4 (5,4–11,4)	0,012
Пиковый градиент давления, мм рт. ст.	20,7 (14,4–23,1)	14,4 (10,2–18,8)	0,011
Площадь открытия, см <sup>2</sup>	1,8 (1,8–1,8)	1,8 (1,8–1,8)	0,962
Парапротезная регургитация 1–2 степени	10 (8,8)	19 (24,4)	0,002
Новая БЛНПГ	16 (14,2)	17 (21,8)	0,239

Примечание. Данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала (Ме (Q1–Q3)), а также  $p$  (%).

Таблица 6

**Изменение KCCQ-12 до и после ТИАК баллонорасширяемым клапаном (M ± SD)**

Домен KCCQ-12	До БРК	После БРК (30 дней)	Δ (разница)
Общая итоговая оценка	$38 \pm 15$	$85 \pm 11$	+47
Ограничение физической активности	$37 \pm 16$	$87 \pm 10$	+50
Частота симптомов (одышка, усталость, отеки и др.)	$41 \pm 18$	$89 \pm 9$	+48
Качество жизни	$38 \pm 19$	$83 \pm 12$	+45
Социальные ограничения	$39 \pm 21$	$80 \pm 14$	+41

Таблица 7

**Изменение KCCQ-12 до и после ТИАК самораскрывающимся клапаном (M ± SD)**

Домен KCCQ-12	До СРК	После СРК (30 дней)	Δ (разница)
Общая итоговая оценка	$36 \pm 16$	$82 \pm 13$	+46
Ограничение физической активности	$33 \pm 16$	$84 \pm 11$	+51
Частота симптомов (одышка, усталость, отеки и др.)	$38 \pm 19$	$87 \pm 10$	+49
Качество жизни	$35 \pm 20$	$81 \pm 14$	+46
Социальные ограничения	$38 \pm 22$	$78 \pm 15$	+40

Распределение классов NYHA до и после ТИАК, n (%)

ФК по NYHA	До БРК	После БРК (30 дней)	До СРК	После СРК (30 дней)
I	4 (3,5)	51 (45,1)	5 (6,4)	29 (37,2)
II	38 (33,6)	61 (53,9)	29 (37,2)	47 (60,3)
III	59 (52,2)	1 (1,0)	39 (50,0)	2 (2,5)
IV	12 (10,6)	0 (0,0)	5 (6,4)	0 (0,0)

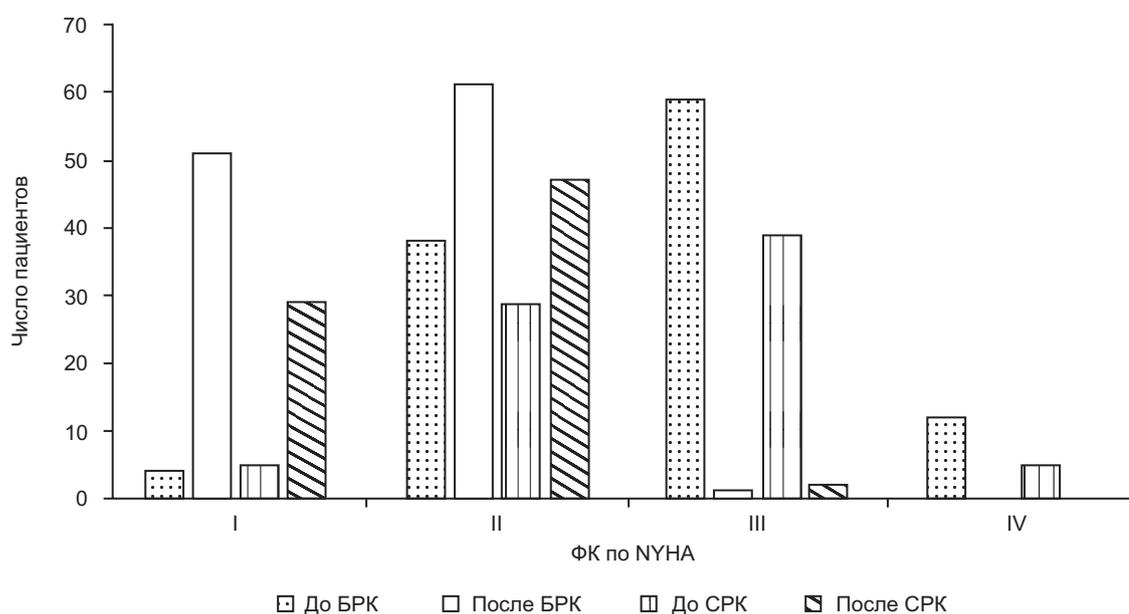


Рис. 2. Гистограмма изменения функционального класса по NYHA до и после проведения ТИАК баллонорасширяемыми и самораскрывающимися клапанами

иллюстрирующей значительное снижение степени функциональных ограничений (рис. 2).

### Обсуждение

В нашем исследовании проведено сравнение клинической эффективности и безопасности баллонорасширяемых и самораскрывающихся биопротезов у пациентов с тяжелым стенозом аортального клапана. Полученные результаты подчеркивают основные различия между этими типами биопротезов, подтверждая их специфические преимущества и возможные ограничения.

Прежде всего, анализ первичной комбинированной эффективной конечной точки не выявил статистически значимых различий между группами, что свидетельствует о сопоставимой клинической эффективности баллонорасширяемых и самораскрывающихся биопротезов при ТИАК (БРК: 3/113 (2,7%) против СРК: 5/78 (6,4%),  $p=0,365$ ). Тогда как

по показателям первичной комбинированной точки безопасности было выявлено достоверное статистическое различие, указывающее на более благоприятный профиль безопасности баллонорасширяемых биопротезов (БРК: 15/113 (13,3%) против СРК: 20/78 (25,6%),  $p=0,002$ ).

Одним из наиболее значимых различий между сравниваемыми биопротезами являлось достоверно меньшее число имплантаций постоянных ЭКС в группе баллонорасширяемых клапанов (БРК: 9/113 (8,0%) против СРК: 13/78 (16,7%),  $p=0,036$ ). Это может быть обусловлено низкопрофильной конструкцией каркаса и более точным контролем глубины имплантации, что позволяет минимизировать давление на проводящую систему сердца. Второй биопротез, хотя и обладает преимуществами самораскрывающегося механизма, часто сопровождается длительной и неконтролируемой компрессией выводного тракта левого желудочка, что повышает риск разви-

тия нарушений проводимости, требующих имплантации постоянно ЭКС.

Несмотря на отсутствие значимого различия в дисфункции биопротеза по критериям VARC-3, в группе самораскрывающихся клапанов чаще наблюдалась парапротезная регургитация 1–2 степени (БРК: 8,8% против СРК: 24,4%,  $p=0,002$ ). Данный результат можно объяснить тем, что в дизайне баллонорасширяемого клапана используется более плотная внешняя юбка, а также гибридная ячеистая структура. В результате это приводит к более плотному прилеганию к стенкам фиброзного кольца аортального клапана и снижает риск развития парапротезной регургитации. Кроме того, баллонорасширяемый биопротез имплантируется в ортотопическом положении, что является наиболее естественным или анатомически правильным положением биопротеза, в то время как у самораскрывающегося клапана используется супрааннулярная фиксация.

Важно отметить, что, несмотря на различия в частоте некоторых осложнений, по остальным показателям комбинированной точки безопасности (смертность, ОНМК, кровотечения и ОПН) не наблюдалось статистически значимых различий.

В современной литературе имеется ограниченное количество крупных рандомизированных исследований, непосредственно сравнивающих биопротезы нового поколения. Одним из них является исследование EVAL, включавшее 166 пациентов с выраженным стенозом аортального клапана [7]. В этом исследовании пациентам проводилась ТИАК с использованием двух типов биопротезов – баллонорасширяемого Meril Myval ( $n=58$ ) и самораскрывающегося CoreValve Evolut R ( $n=108$ ), с наблюдением в течение двух лет. Согласно полученным результатам, клапан Myval продемонстрировал более низкую частоту умеренной и выраженной парапротезной регургитации (3,4% против 14,8%;  $p=0,0338$ ), меньшую потребность в имплантации постоянного ЭКС через 6 мес (11% против 27,5%;  $p=0,02$ ). При этом общая частота неблагоприятных событий оставалась сопоставимой между группами. Таким образом, исследование EVAL подтверждает преимущество баллонорасширяемых клапанов нового поколения в отношении профиля безопасности.

В исследовании LANDMARK проводилось сравнение нового биопротеза Myval с более

широко известными клапанами (Sapien и Evolute) с участием 768 пациентов в период с 2021 по 2023 г. [8]. Результаты показали, что Myval не уступает по эффективности и безопасности другим моделям клапанов в лечении пациентов с выраженным аортальным стенозом, при этом частота умеренной и выраженной парапротезной регургитации составила 3% против 5% в группах сравнения ( $p=0,58$ ), что подтверждает его клиническую сопоставимость в 30-дневный период наблюдения.

Также имеется крупный систематический обзор и метаанализ, в который были включены 15 исследований, оценивавших результаты ТИАК с третьим поколением биопротезов (Sapien 3/Ultra против Evolut PRO/PRO+) [9]. По результатам анализа, смертность от всех причин и частота повторной госпитализации по причине декомпенсации ХСН статистически не отличались в обеих группах. Однако в группе самораскрывающегося клапана частота имплантации постоянного ЭКС была достоверно выше, так же, как и частота парапротезной регургитации  $\geq 2$  степени. В то же время в группе самораскрывающихся клапанов были более низкие гемодинамические показатели и большая эффективная площадь открытия на биопротезе.

Таким образом, современные исследования подтверждают ключевые результаты нашего исследования, что баллонорасширяемые клапаны ассоциированы с меньшим риском нарушений проводимости и парапротезной регургитации, тогда как самораскрывающиеся биопротезы обеспечивают более благоприятную гемодинамику. Для более полного понимания преимуществ баллонорасширяемых клапанов и их роли в лечении пациентов с тяжелым стенозом аортального клапана необходимы дальнейшие рандомизированные контролируемые исследования с более длительным периодом наблюдения.

## Заключение

Полученные результаты подтверждают, что баллонорасширяемые и самораскрывающиеся биопротезы сопоставимы по клинической эффективности и общей безопасности при лечении выраженного стеноза аортального клапана по данным 30-дневного периода наблюдения. При этом различия в частоте нарушений проводимости, требующих импланта-

ции ЭКС, подчеркивают важность индивидуального подхода к выбору биопротеза. Однако для оптимизации тактики лечения необходимы дальнейшие проспективные исследования с длительным периодом наблюдения, направленные на оценку влияния типа протеза не только на выживаемость, но и на качество жизни пациентов.

### Литература/References

1. Kapadia S.R., Leon M.B., Makkar R.R., Tuzcu E.M., Svensson L.G., Kodali S. et al. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement compared with standard treatment for patients with inoperable aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 385 (9986): 2485–2491. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60290-2
2. 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 (9986): 2477–2484. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60308-7
3. Mack M.J., Leon M.B., Thourani V.H., Makkar R., Kodali S.K., Russo M. et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients (PARTNER 3). *N. Engl. J. Med.* 2019; 380 (18): 1695–1705. DOI: 10.1056/NEJMoa1814052
4. Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Mumtaz M., Gada H., O’Hair D. et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding valve in low-risk patients (Evolut Low Risk Trial). *N. Engl. J. Med.* 2019; 380 (18): 1706–1715. DOI: 10.1056/NEJMoa1816885
5. Thiele H., Kurz T., Feistritzer H.J., Stachel G., Hartung P., Lurz P. 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 (20): 1890–1899. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa036
6. Tamburino C., Bleiziffer S., Thiele H., Di Mario C., Hildick-Smith D., Barbanti M. et al. Comparison of self-expanding bioprostheses for transcatheter aortic valve replacement in patients with symptomatic CPKere aortic stenosis: SCOPE 2 randomized clinical trial. *Circulation*. 2020; 142 (25): 2431–2442. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.051547
7. Gupta R., Chakraborty S., Dangas G., Kodali S.K., Sharma S.K., Kini A.S. et al. Evaluation of the myval transcatheter heart valve system in CPKere aortic stenosis: the EVAL Registry. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (15): 1743–1752. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.05.030
8. Chandrasekhar J., Patel N., Sharma S.K., Kini A., Mahadevan V.S., Kapadia S.R. et al. Comparison of early outcomes of newer-generation Myval transcatheter heart valve series with contemporary valves (Sapien and Evolut) in real-world individuals with CPKere symptomatic native aortic stenosis: a randomized non-inferiority trial (LANDMARK Trial). *EuroIntervention*. 2023; 19 (5): e418–e426. DOI: 10.4244/EIJ-D-22-00463
9. Kolte D., Khera S., Sardar P., Gheewala N., Abbott J.D., Vlahakes G.J. et al. Outcomes of transcatheter aortic valve replacement using third-generation balloon-expandable versus self-expanding valves: a meta-analysis. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (22): 2580–2595. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.07.056

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.133-007.271-089.819.1

## Оценка результатов стентирования при симптомном стенозе внутренней сонной артерии

М.В. Малеванный<sup>1</sup> ✉, В.Л. Коробка<sup>1</sup>, А.В. Хрипун<sup>1</sup>, А.Ю. Малеванная<sup>1</sup>, Е. Хван<sup>1</sup>, О.В. Петручик<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Областной сосудистый центр ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница», Ростов-на-Дону, Российская Федерация

<sup>2</sup>ГБУ РО «Клинико-диагностический центр “Здоровье”», Ростов-на-Дону, Российская Федерация

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

**Коробка Вячеслав Леонидович**, д-р мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0003-3205-4647

**Хрипун Алексей Валерьевич**, канд. мед. наук, директор Регионального (головного) сосудистого центра, заместитель главного врача по лечебной работе; orcid.org/0000-0001-6765-2837

**Малеванная Алла Юрьевна**, врач ультразвуковой диагностики

**Хван Ен Гук**, рентгенэндоваскулярный хирург

**Петручик Ольга Викторовна**, врач-невролог

### Резюме

**Цель исследования** – оценка непосредственных (госпитальных) результатов стентирования внутренней сонной артерии (CAS) у пациентов с симптомным стенозом с использованием современных технологических решений стентирования ВСА (проксимальная защита, специализированные стенты для стентирования ВСА) в центре с большими объемами цереброваскулярных эндоваскулярных операций в реальной клинической практике.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ 1500 последовательных стентирований ВСА у пациентов, госпитализированных в профильные отделения РОКБ в сроки 2018–2024 гг. Результаты проанализированы по госпитальной эффективности, безопасности и осложнениям. Полученные данные проанализированы в сравнении с международными рекомендациями ESC 2024, AHA/ASA 2023 и целевыми регистрами для каротидной реваскуляризации (J-CAS, KOREA-CAS, China-CAS).

**Результаты.** Полученные в исследовании данные показывают низкую частоту развития гомолатерального инсульта, общая частота перипроцедурального инсульта составила 0,2% (n=3), смертности – 0,27% (n=4), комбинированной конечной точки (смерть + инсульт + инфаркт миокарда) – 1,2% (n=18). Анализ когорты пациентов (n=1500) выявил высокую распространенность симптомного стеноза – 1033 (68,9%) случаев. Симптомным считался стеноз ВСА, в бассейне которого произошло ишемическое событие в течение последних 6 мес. Возраст пациентов составил 42–86 лет (средний возраст 68 лет). В группе коморбидных пациентов отмечались: гипертоническая болезнь – 82,27% (n=1234), дислипидемия – 86,07% (n=1291), ИБС – 39,07% (n=586), сахарный диабет – 34,0% (n=510), ХОБЛ – 15,53% (n=233) случаев. Несмотря на преобладание в нашем исследовании пациентов с симптомными стенозами ВСА (68,9%), пациентов старшего возраста (средний возраст 68 лет) и высокой коморбидной нагрузкой, показатели безопасности CAS соответствовали или превосходили данные международных регистров.

**Заключение.** Ни один из перечисленных факторов (коморбидность, возраст пациента, симптомность стеноза ВСА) не влиял на частоту осложнений стентирования ВСА. Стентирование ВСА с применением современных технологий (проксимальная защита, стенты двойного плетения) в сочетании с большим опытом операторов демонстрирует исключительно низкий риск перипроцедуральных осложнений: инсульт < 0,25%, MACE 1,2%, даже у пациентов с высоким хирургическим риском. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости пересмотра существующих рекомендаций в сторону расширения показаний к CAS, особенно для пациентов с анатомическими сложностями (высокая бифуркация ВСА, двухстороннее поражение ВСА, известность ВСА, рестеноз после СЕА, лучевой фиброз), нестабильными бляшками и тяжелой коморбидностью. Дальнейшая оптимизация методики требует обязательного использования устройств церебральной защиты (предпочтительно проксимальных) и концентрации опыта у операторов.

Возраст пациентов старше 70 лет не должен быть противопоказанием к каротидному стентированию.

**Ключевые слова:** стентирование сонной артерии, CAS, проксимальная защита, стент двойного плетения, непосредственные результаты, симптомный стеноз, большой опыт оператора, морфология бляшки, высокий риск

**Для цитирования:** Малеванный М.В., Коробка В.Л., Хрипун А.В., Малеванная А.Ю., Хван Е., Петручик О.В. Оценка результатов стентирования при симптомном стенозе внутренней сонной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 319–328. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-319-328

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.07.2025  
Принята к печати 09.09.2025

## Evaluation of stenting outcomes in symptomatic internal carotid artery stenosis

M.V. Malevannyi<sup>1</sup> ✉, V.L. Korobka<sup>1</sup>, A.V. Khripun<sup>1</sup>, A.Yu. Malevannaya<sup>1</sup>, E. Khvan<sup>1</sup>, O.V. Petruchik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Regional Vascular Center, Rostov Regional Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russian Federation

<sup>2</sup>Clinical and Diagnostic Center "Zdorove", Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ **Mikhail V. Malevannyi**, Cand. Med. Sci., Head of Interventional Cardiology and Radiology Department No. 2; orcid.org/0000-0002-0737-7455, e-mail: doctorm.m@yandex.ru

**Vyacheslav L. Korobka**, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0003-3205-4647

**Aleksey V. Khripun**, Cand. Med. Sci., Head of Vascular Center, Deputy Chief Physician;

orcid.org/0000-0001-6765-2837

**Alla Yu. Malevannaya**, Ultrasonic Diagnostician

**En Guk Khvan**, Endovascular Surgeon

**Olga V. Petruchik**, Neurologist

### Abstract

**Objective.** To evaluate the immediate (hospital) results of internal carotid artery (CAS) stenting in patients with symptomatic stenosis using modern technological solutions for ICA stenting (proximal protection, specialized stents for ICA stenting) in a center with large volumes of cerebrovascular endovascular surgeries in real clinical practice.

**Material and methods.** Retrospective analysis of 1500 consecutive ICA stenting in patients hospitalized in specialized departments of the Rostov Regional Clinical Hospital in 2018–2024. The results were analyzed for in-hospital efficacy, safety, and complications. The obtained data were analyzed in comparison with international recommendations ESC 2024, AHA/ASA 2023 and target registries for carotid revascularization (J-CAS, KOREA-CAS, China-CAS).

**Results.** The data obtained in our work show a low incidence of homolateral stroke, the overall incidence of periprocedural stroke was 0.2% (n=3), mortality – 0.27% (n=4), the combined end point (death + stroke + myocardial infarction) – 1.2% (n=18). Analysis of a cohort of patients (n=1500) revealed a high prevalence of patients with symptomatic stenosis – 1033 (68.9%). Symptomatic stenosis was defined as ICA stenosis in the basin of which an ischemic event occurred during the last 6 months. The age of patients was 42–86 years (mean age 68 years). In the group of comorbid patients: hypertension – 82.27% (n=1234), dyslipidemia – 86.07% (n=1291), coronary heart disease – 39.07% (n=586), diabetes mellitus – 34.0% (n=510), COPD – 15.53% (n=233). Despite the predominance of patients with symptomatic ICA stenosis (68.9% of patients), older patients (mean age 68 years) and high comorbidity, the safety indicators of CAS corresponded to or exceeded the data of international registries.

**Conclusion.** None of the listed factors (comorbidity, patient age, symptomatic ICA stenosis) affected the incidence of complications of ICA stenting. ICA stenting using modern technologies (proximal protection, double-braided stents) and extensive experience of operators demonstrates an exceptionally low risk of periprocedural complications: stroke <0.25%, MACE 1.2%, even in patients at high surgical risk. The obtained results interpret the need to revise the existing guidelines in favor of expanding the indications for CAS, especially for patients with anatomical complexities (high bifurcation, tortuosity, restenosis after CEA, radial fibrosis), unstable plaques and severe comorbidity. Further optimization of the technique requires the mandatory use of cerebral protection devices (preferably proximal) and increased operator experience.

Age over 70 years should not be a contraindication to carotid stenting.

**Keywords:** carotid artery stenting, CAS, proximal protection, double-braided stent, immediate results, symptomatic stenosis, high operator experience, plaque morphology, high risk

**For citation:** Malevannyi M.V., Korobka V.L., Khripun A.V., Malevannaya A.Yu., Khvan E., Petruchik O.V. Evaluation of stenting outcomes in symptomatic internal carotid artery stenosis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 319–328 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-319-328

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

Received July 22, 2025  
Accepted September 9, 2025

### Введение

Стеноз внутренней сонной артерии (ВСА) остается значимой причиной ишемического инсульта. Стеноз считается симптомным в течение 6 мес, если в анамнезе есть ипсилатеральные (на той же стороне) cerebrovasкулярные события (транзиторная ишемическая

атака или инсульт), которые с высокой долей вероятности являются следствием гемодинамически значимой бляшки (стеноз >50%) или же атеросклеротическая бляшка (АСБ) как источник дистальной эмболии.

Несмотря на существование двух основных методов реваскуляризации – каротидной эндартерэктомии (СЕА) и стентирования сон-

ной артерии (CAS), выбор оптимальной стратегии у пациентов с высоким хирургическим риском по причине коморбидности, наличия неврологической симптоматики (степень ишемической болезни мозга), возраста пациента продолжает дискутироваться. Современные технологические достижения, такие как системы защиты головного мозга от атероземблии при стентировании ВСА, в том числе проксимальной церебральной защиты (Mo.Ma), и специализированные для стентирования ВСА стенты (с двойным плетением), потенциально способны значительно повысить безопасность CAS.

Целью нашего исследования явилась оценка непосредственных результатов CAS с применением этих современных решений в условиях крупного регионального сосудистого центра с большим объемом выполняемых вмешательств (РОКБ, n=1500) и анализ клинико-анатомических факторов, влияющих на исходы, в котором получены уникальные данные, демонстрирующие необычайно низкие показатели осложнений в когорте высокого риска по сравнению с историческими рандомизированными исследованиями и современными показателями клинических рекомендаций. В данной работе представлен анализ эффективности CAS, предложены обновлённые критерии выбора метода ревазуляризации.

В настоящее время большинство рекомендаций по ревазуляризации каротидного бассейна основано на результатах следующих исследований: SPACE, EVA-3S, ICSS, CREST (табл. 1) [1].

На исследования ICSS, SPACE и EVA-3S нельзя ссылаться как на достоверные источники для оценки современных практик каротид-

ного стентирования из-за критических методологических недостатков:

1) *неконтролируемый опыт операторов*: в EVA-3S для участия хватило 12 процедур CAS, в SPACE – 25, а в ICSS 12% операторов были новичками, что привело к техническим ошибкам и завышению рисков;

2) *неоптимальное применение эмболизационной защиты*: в исследовании SPACE защиту использовали лишь у 27% пациентов, а в ICSS и EVA-3S её применение не было обязательным условием при стентировании ВСА и, по данным этих исследований, увеличивало частоту инсультов из-за устаревших систем (например, фильтры Accunet) и травматизации бляшек;

3) *преждевременное прекращение и смещение выборки*: исследование EVA-3S остановили досрочно (включив 60% от плана), в SPACE включали пациентов с умеренным стенозом (60–69%), а в ICSS игнорировали анатомическую сложность (кальцификацию, извитость), что исказило результаты.

Указанные исследования выявили не столько порочность стентирования ВСА, сколько последствия нестандартизированного внедрения технологии. Главный вывод – понимание, что успех CAS зависит от триады: *опыт оператора + правильный отбор пациентов + технологическая зрелость инструментов*.

## Материал и методы

В данной работе исследованы результаты стентирования большой когорты пациентов (n=1500) с 2018 по 2024 г., из которых у 1033 (68,9%) был симптомный стеноз. Симптомным считали стеноз ВСА, в бассейне которого произошло ишемическое событие в течение по-

Таблица 1

**Частота исхода «инсульт + смерть» в течение 30 дней после вмешательства по результатам крупных исследований и частота использования систем защиты головного мозга при каротидном стентировании**

Исследование	Каротидное стентирование, %	КЭАЭ, %	Частота использования систем защиты головного мозга при каротидном стентировании, %
SPACE	6,8	6,3	27,0
EVA-3S	9,6	3,9	Применение не было обязательным до тех пор, пока у первых 80 пациентов не зафиксировали 20% всех инсультов в группе эндоваскулярного лечения
ICSS	8,5	5,2	72,0
CREST	5,2	4,5	>95

следних 6 мес. Возраст пациентов составил 42–86 лет (средний возраст 68 лет), 320 пациентов были старше 70 лет. В группе коморбидных пациентов выявлены: гипертоническая болезнь – 82,27% (n=1234), дислипидемия – 86,07% (n=1291), ИБС – 39,07% (n=586), сахарный диабет – 34,0% (n=510), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – 15,53% (n=233) случаев.

Показанием к стентированию было наличие у пациентов симптомных стенозов экстракраниальных отделов ВСА выраженностью более 50% или асимптомных стенозов выраженностью более 70%, подтвержденных по данным КТ-, МР-ангиографии или прямой ангиографии. Степень стеноза оценивалась по методу NASCET.

На определенном этапе освоения больших объемов стентирования сонных артерий в сосудистом центре столкнулись с проблемой реперфузионного синдрома – осложнения при стентировании критических стенозов ВСА, которое было сопряжено с развитием внутримозговых кровоизлияний различной степени проявления, с высоким процентом летальности при данном осложнении. В целях предотвращения данного осложнения было принято решение о постдилатации в данной ситуации баллонным катетером 3,5 мм с оставлением резидуального стеноза в пределах 40–50%, что было установлено эмпирически с учетом единичных литературных ссылок. В результате проблема реперфузионных геморрагических осложнений была снижена на 90%, до единичных спорадических событий, в пределах 0,1–0,3% от общего объема стентирований сонных артерий. Наблюдение за данным контингентом пациентов показало отсутствие корреляции с формированием рестеноза, более того, отмечено положительное ремоделирование просвета в зоне резидуального стеноза вследствие радиальной жесткости стента [1].

#### Техника вмешательства

Все процедуры выполнялись опытными рентгенэндоваскулярными хирургами (опыт >100 процедур CAS) с соблюдением стандартного протокола:

1. Доступ: преимущественно трансфеморальный.
2. Церебральная защита: использование устройств церебральной защиты являлось обяза-

тельным. В зависимости от анатомии и характеристик бляшки применялись:

- проксимальные системы защиты (Mo. Ma Ultra): ~90% случаев (предпочтительный метод при наличии признаков нестабильности бляшки);

- дистальные фильтры (Spider FX): ~10% случаев.

3. Предилатация: по показаниям (выраженный кальциноз, критический стеноз).

4. Стентирование: использовались преимущественно современные каротидные стенты:

- стенты с двойным плетением: ~95% случаев (основной выбор – стент каротидный CASPER, особенно при нестабильных бляшках);

- стенты с открытыми ячейками: ~5% случаев (the Protégé RX carotid stent system, при выраженной извитости).

5. Постдилатация: выполнялась осторожно, под контролем гемодинамики и неврологического статуса.

6. Медикаментозная терапия: двойная антиагрегантная терапия (аспирин 300 мг + кло-

Таблица 2

#### Характеристика пациентов (n=1500)

Параметр	Значение	
	%	абс. число
Пол		
мужской	63,1	947
женский	36,9	553
Средний возраст, лет	–	68
Гипертоническая болезнь	82,3	1234
Дислипидемия	86,1	1291
Сахарный диабет	34,0	510
ИБС	39,1	586
АКШ в анамнезе	5,9	88
ХОБЛ	15,5	233
Фибрилляция предсердий	5,4	81
Курение	18,8	282
Генерализованный атеросклероз	23,9	359
Рестеноз после СЕА	2,8	42
Высокая бифуркация ВСА	5,8	87
Двухстороннее поражение ВСА	14,9	224
Возраст >70 лет	21,3	320
Возраст >80 лет	4,2	63
Состояние после лучевой терапии шеи	1,0	15

пидогрел 300 мг в нагрузочной дозе и далее 75 мг/сут) за 24 ч до оперативного вмешательства, после вмешательства срок приема двойной дезагрегантной терапии не менее 3 мес, интраоперационно вводился гепарин 60 ед/кг (не более 4000 ЕД) под контролем активированного времени свертывания.

Анализ проводился на основе:

1) данных РОКБ (2018–2024 гг.): 1500 пациентов, из которых 68,9% имели симптомный стеноз, 31,1% – бессимптомный стеноз (табл. 2);

2) азиатских регистров: J-CAS (Япония), KOREA-CAS (Южная Корея), China-CAS (Китай) [2–4];

3) метаанализов роли морфологии атеросклеротической бляшки в выборе метода реваскуляризации [5–10].

*Критерии оценки.* Перипроцедуральные (30 дней) осложнения: инсульт, смерть, инфаркт миокарда (ИМ).

*Статистический анализ.* Данные обработаны в SPSS 26.0. Количественные переменные представлены в виде средних значений, качественные – процентных долей. Для сравнения групп использован критерий  $\chi^2$ .

## Результаты

**Данные РОКБ.** CAS у пациентов с симптомным и бессимптомным стенозом ВСА показывает исключительную эффективность и безопасность.

Анализ результатов 1500 случаев стентирования в РОКБ с 2018 по 2024 г., у пациентов с симптомным (n=1033) и бессимптомным (n=467) стенозом, а также в специфических группах представлен в таблицах 3–6.

Учитывая, что полученные результаты оказались одинаковыми в сравниваемых группах, можно сделать вывод о безопасности CAS для пациентов как с симптомным, так и бессимптомным стенозом.

Таблица 3

### Результаты CAS в общей группе пациентов (n=1500)

Показатель	Количество осложнений, n (%)	95% ДИ
Смерть	4 (0,27)	0,2–2,4
Инсульт	3 (0,2)	0–1,3
Комбинированный исход (смерть + инсульт + ОИМ)	18 (1,2)	0,2–2,4

Таблица 4

### Результаты CAS у пациентов с симптомным стенозом (n=1033)

Показатель	Количество осложнений, n (%)	95% ДИ
Смерть	3 (0,3)	0,2–2,4
Инсульт	3 (0,3)	0,2–2,4
Комбинированный исход	12 (1,2)	0,2–1,6

Таблица 5

### Результаты CAS у пациентов с бессимптомным стенозом (n=467)

Показатель	Количество осложнений, n (%)	95% ДИ
Смерть	1 (0,2)	0,01–0,4
Инсульт	0 (0,0)	–
Комбинированный исход	6 (1,3)	0,2–1,6

Проведен сравнительный анализ собственного опыта с данными международных регистров (табл. 7).

**Данные азиатских регистров (CAS vs CEA).**

1. Япония (J-CAS Registry, 2022):

- n=1400 пациентов, проспективный регистр;
- частота инсультов – 0,3%;
- CAS стал стандартом у пациентов с извитостью артерий и лучевым фиброзом благо-

Таблица 6

### Результаты CAS в специфических группах

Группа	Число пациентов, n	Инсульт, %	Смерть, %	Комбинированный исход, %
Рестеноз после CEA	42	0,0	0,0	2,4
Высокая бифуркация	87	0,0	0,0	1,1
Состояние после лучевой терапии	15	0,0	0,0	0,0
Возраст > 80 лет	63	1,6	0,0	1,6
Двухстороннее поражение ВСА	224	0,0	0,0	0,0

Результаты собственного опыта и международных регистров

Исследование	Страна	Число пациентов, n	Инсульт/смерть, %
РОКБ	Россия	1500	0,24/0,27
J-CAS	Япония	1400	0,3 / нет данных
KOREA-CAS	Южная Корея	1000	0,5 / нет данных
China-CAS	Китай	800	0,4 / нет данных

даря использованию OCT и IVUS для оценки бляшек [2].

2. Южная Корея (KOREA-CAS Study, 2021):

– n = 1000 пациентов;

– CAS показал аналогичную безопасность при меньшем числе кардиальных осложнений (0,5% vs 1,2% при CEA) [3];

– особенно популярен у пациентов с технически сложным доступом (например, после лучевой терапии области шеи).

3. Китай (China-CAS Study, 2023):

– n = 800 пациентов;

– CAS ассоциирован с низким риском перипроцедурных осложнений (0,4%) и отсутствием повреждений черепных нервов, характерных для CEA [4].

Исследования J-CAS Registry (Япония, 2022), ANZ-VASC (Австралия, 2023) и China-CAS Study (Китай, 2023) продемонстрировали долгосрочные данные по выживаемости (табл. 8).

Ключевые факторы эффективности:

– применение системы защиты головного мозга от дистальной эмболии, в том числе проксимальной: снижение количества микроэмболических сигналов на MPT на 37% при использовании проксимальной системы защиты по сравнению с дистальными фильтрами ( $p < 0,05$ );

– стенты двойного плетения: уменьшение эмболических осложнений на 13–29% по сравнению со стентами с закрытыми ячейками ( $p = 0,02$ ) [7];

– морфология бляшки:

• IPH ассоциирован с OR = 18,7 (95% ДИ 4,1–85,9) для инсульта [8];

• изъязвление повышало риск инсульта в 3,6 раза (OR=3,6; 95% ДИ 1,6–7,7) [9].

**Анализ возрастных ограничений.** Данные РОКБ и международных регистров демонстрируют, что:

– в J-CAS (Япония) 40% пациентов были старше 75 лет, риск инсультов составил 0,3%;

– в РОКБ 320 пациентов были старше 70 лет, риск инсульта составил 0,24%, что не отличается от такового в группе пациентов моложе 70 лет и соответствует международным данным.

Таким образом, возраст сам по себе не должен быть противопоказанием к CAS. Ключевыми факторами в пользу выбора CAS у пациентов старше 70 лет являются: наличие коморбидной патологии (тяжелая сердечная недостаточность, ХОБЛ, предшествующая лучевая терапия области шеи, рестеноз после каротидной эндартерэктомии и др.), неблагоприятная для каротидной эндартерэктомии анатомия сонных артерий, двухстороннее поражение ВСА, наличие грубой неврологической симптоматики, обязательное использование нейропротективных устройств (проксимальная защита, дистальные фильтры, каротидные стенты с двойным плетением) [5].

**Эффективность CAS и CEA.** Проведена сравнительная оценка по данным метаанализов CAS vs CEA (n = 7030, NASCET) (табл. 9). Согласно полученным результатам, CAS ассоциирован с меньшей частотой инфарктов миокарда (0,25% vs 2–3%), но несколько повышенным риском инсульта при использовании стентов с открытыми ячейками (10,3% vs 6%

Долгосрочные результаты по выживаемости

Исследование	Долгосрочный исход	CAS, %	CEA, %
J-CAS Registry	5-летняя выживаемость без инсульта	~93	~91
ANZ-VASC	5-летняя выживаемость	~92	~90
China-CAS Study	5-летняя выживаемость	~94	~91

Таблица 9

## Эффективность CAS и CEA по данным метаанализов

Параметр	CAS	CEA
Частота инсульта, %	0,24 (РОКБ)	2–4 (CREST-2)
Частота инфарктов миокарда, %	0,25 (РОКБ)	2–3 (CREST-2)
Повреждение черепных нервов, %	Нет	8,7 (временных) 1,2 (постоянных)
Длительность госпитализации, дни	1–2	3–5
Риск рецидива стеноза, %	2–4	5–10

для закрытых ячеек, OR=1,7, p=0,002) [6]; каротидные стенты с двойным плетением снижают частоту микроэмболических сигналов на 13–29% по сравнению со стентами с закрытыми ячейками (p=0,02) [7].

**Роль морфологии бляшки в выборе метода.** Метаанализы показывают, что даже при стенозе <50% наличие нестабильных бляшек увеличивает риск инсульта:

- геморрагия в бляшке (IPH): OR=18,7 (95% ДИ 4,1–85,9) [8];
- язва бляшки: OR=3,6 (1,6–7,7) [9];
- спонтанная эмболизация (по данным транскраниальной доплерографии (ТКДГ)): OR=5,6 (2,0–15,3) [10].

Практическое значение:

- у пациентов с бессимптомным стенозом <60%, но наличием маркеров нестабильности (IPH, язва) проведение CAS может быть оправданно [11];
- использование МРТ с контрастированием и ТКДГ для выявления спонтанной эмболизации позволяет улучшить отбор пациентов [11].

### Обсуждение

Настоящее исследование, основанное на анализе 1500 последовательных процедур каротидного стентирования (CAS), выполненных в высокоспециализированном сосудистом центре, демонстрирует исключительно низкие показатели перипроцедуральных осложнений. Полученные результаты не только подтверждают безопасность и эффективность современного CAS, но и бросают вызов существующим парадигмам в выборе метода реваскуляризации, основанным на данных устаревших исследований.

**Сравнение с историческими и современными данными: пересмотр парадигмы риска.** Ключевой вывод нашей работы – частота комбинированной конечной точки (смерть/ин-

сульт/ИМ) на уровне 1,2% и перипроцедурального инсульта – 0,24% – значительно ниже порогов, установленных современными рекомендациями (ESC 2024, AHA/ASA 2023) даже для пациентов низкого риска. Эти показатели особенно впечатляют, учитывая большую долю пациентов с симптомным стенозом (68,9%) и значительной коморбидной нагрузкой.

Прямое сравнение полученных нами данных с результатами крупных рандомизированных исследований (EVA-3S, SPACE, ICSS) некорректно и методологически неверно. Как было отмечено выше, эти исследования имеют критические недостатки, а именно неконтролируемый низкий опыт операторов, неоптимальное или вредное применение систем эмболозащиты первого поколения. Таким образом, данные исследования отражали неестественный риск (inherent risk) CAS как метода, а риски, связанные с его незрелым внедрением. Наши результаты, напротив, свидетельствуют о высоком потенциале технологически оптимизированного CAS в руках опытных специалистов.

Более релевантно сравнение с современными международными регистрами (J-CAS, KOREA-CAS, China-CAS), которые также показывают низкую частоту осложнений. Проведенное нами исследование встраивается в этот новый глобальный тренд, подтверждая, что в условиях реальной клинической практики CAS может достигать уровня безопасности, сопоставимого или превосходящего таковой у каротидной эндартерэктомии (CEA), особенно в отношении кардиальных осложнений и повреждения черепных нервов.

**Нивелирование традиционных факторов риска: роль технологий и опыта.** Наиболее революционным аспектом нашего исследования является демонстрация того, что такие традиционные факторы высокого риска, как

симптомный статус стеноза, пожилой возраст (старше 70 и даже 80 лет) и тяжелая коморбидность, не привели к статистически значимому увеличению частоты осложнений. Это контрастирует с выводами более ранних работ, где данные факторы однозначно ассоциировались с худшими исходами.

Мы связываем этот прорыв с триадой критически важных элементов:

1) обязательное использование продвинутых систем церебральной защиты, в 90% случаев – проксимальной (Mo.Ma), – это позволяет минимизировать манипуляции с АСБ и обеспечить «работу в бескровном поле», что особенно важно при нестабильных, изъязвленных бляшках, часто встречающихся у симптомных пациентов;

2) широкое применение стентов с двойным плетением (Casper), которые обеспечивают оптимальное покрытие и фиксацию бляшки, снижая риск дистальной эмболии по сравнению со стентами открытого и закрытого дизайна;

3) концентрация опыта: все процедуры выполнялись хирургами с опытом проведения более 100 вмешательств, что подчеркивает важность кривой обучения и централизации сложных эндоваскулярных вмешательств.

Все это позволяет утверждать, что в руках опытной команды, использующей современные технологии, CAS перестает быть процедурой высокого риска для традиционно сложных групп пациентов.

**Клинические импликации: к персонализированному выбору метода.** Наши результаты свидетельствуют в пользу изменения парадигмы выбора метода реваскуляризации от упрощенных алгоритмов, основанных на возрасте и симптомности стеноза, в сторону комплексной оценки анатомии и морфологии бляшки:

– CAS должен рассматриваться как метод выбора у пациентов с анатомическими сложностями (высокая бифуркация и двухстороннее поражение ВСА, извитости ВСА, рестеноз после СЕА, состояние после лучевой терапии шеи), наши данные по этим подгруппам (n=144) демонстрируют нулевую смертность и частоту инсультов;

– оценка морфологии бляшки (с использованием МРТ, УЗИ) становится ключевым фактором; наличие нестабильных характеристик (внутрибляшечное кровоизлияние, изъязвление) даже при умеренной степени стеноза может

служить веским аргументом в пользу превентивной реваскуляризации с помощью CAS, как более щадящего к мягким бляшкам метода.

Таким образом, решение о выполнении CAS или СЕА должно приниматься мультидисциплинарной командой (сосудистый хирург, невролог, эндоваскулярный хирург) на основе анатомии сосуда, морфологии бляшки и локального опыта команды.

**Ограничения исследования.** Данное исследование имеет ряд ограничений, характерных для ретроспективного анализа одного центра:

1) отсутствие рандомизации и группы сравнения (СЕА): хотя результаты получены выдающиеся, прямое сравнение эффективности CAS vs СЕА у нашего контингента пациентов невозможно без проспективного рандомизированного дизайна;

2) потенциальная девиация отбора: выбор метода лечения (CAS) мог быть предвзятым в пользу пациентов, изначально считавшихся более подходящими для эндоваскулярного вмешательства;

3) данные одного центра с большим объемом вмешательств: значительный опыт команды является одновременно и сильной стороной, и ограничением, так как полученные результаты могут быть не в полной мере реплицируемы в центрах с меньшим объемом процедур;

4) отсутствие долгосрочного наблюдения: исследование фокусируется на госпитальных и 30-дневных исходах; данные о долгосрочной эффективности (рестеноз, выживаемость без инсульта) требуют дальнейшего анализа.

**Направления будущих исследований.** На основе полученных результатов мы предлагаем следующие направления для дальнейших изысканий:

– проведение новых рандомизированных исследований (RCT), сравнивающих современный технологический уровень стентирования ВСА (с обязательным применением систем защиты головного мозга от эмболии и стентов, специализированных для стентирования ВСА) с каротидной эндартерэктомией, в том числе у пациентов высокого риска;

– создание национального многоцентрового регистра каротидных вмешательств для валидации наших результатов в масштабах страны и выявления реальных показателей осложнений в различных медицинских учреждениях;

– изучение роли предиктивной визуализации: проспективные исследования, оценивающие, как включение данных МРТ или УЗИ о стабильности бляшки в алгоритм принятия решений влияет на отдаленные неврологические исходы;

– анализ экономической эффективности: сравнение стоимости лечения с учетом сокращения длительности госпитализации и меньшего числа кардиальных осложнений при CAS.

### Заключение

Результаты, полученные в нашей работе, позволяют утверждать, что каротидное стентирование безопасно при соблюдении следующих условий:

1) обязательное использование современных технологических устройств для стентирования ВСА (системы церебральной защиты, стенты с двойным плетением);

2) достаточный опыт оператора (> 100 процедур в год);

3) возраст пациентов старше 70 лет, высокий хирургический риск (высокая бифуркация, извитость, рестеноз после СЕА, лучевой фиброз) и коморбидность не влияют на непосредственные результаты стентирования и клинический исход;

4) каротидное стентирование безопасно у пациентов с симптомным и бессимптомным стенозом, так как не выявлено достоверно значимой разницы в частоте осложнений у пациентов с симптомным и бессимптомным стенозом после CAS;

5) включение морфологической оценки АСБ в диагностический алгоритм позволяет профилировать ишемические события после каротидного стентирования.

Каротидное стентирование с применением проксимальной защиты и стентов двойного плетения демонстрирует исключительную безопасность в реальной практике, то есть является безопасной и высокоэффективной процедурой (инсульт < 0,3%, МАСЕ 1,2%), что соотносится с зарубежными данными. Технологический прогресс и опыт операторов нивелируют влияние традиционных факторов риска (возраст, симптомность, коморбидность пациентов), и каротидное стентирование должно занять более значимое место в арсенале методов реваскуляризации, иметь более высокий класс рекомендаций наравне с каротидной

эндартерэктомией. Полученные данные обосновывают расширение показаний к CAS, особенно при анатомических сложностях, у лиц старше 70 лет. Таким образом, учитывая прогресс эндоваскулярных технологий и накопленный клинический опыт, текущие рекомендации, основанные на ранних исследованиях, требуют расширения показаний к каротидному стентированию, особенно у пациентов со сложной анатомией, пожилого возраста и признаками нестабильности атеросклеротической бляшки. Для оптимизации методики стентирования ВСА необходимы новые рандомизированные исследования с детальной стратификацией рисков, полученных в условиях технологически продвинутой реальной практики, интеграция данных международных регистров и отечественного опыта (РОКБ).

Только персонализированный подход, опирающийся на современные технологии и мультидисциплинарное сотрудничество, позволит снизить заболеваемость и смертность от инсультов.

### Литература/References

1. Малеванный М.В., Коробка В.Л., Хрипун А.В., Тадиева Е.В. Непосредственные результаты стентирования внутренней сонной артерии в центре с большими объемами каротидных интервенций. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (2): 173–179. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-2-173-179  
Malevannyy M.V., Korobka V.L., Khripun A.V., Tadieva E.V. Immediate results of carotid artery stenting in high volume centre of carotid interventions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2022; 9 (2): 173–179 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-2-173-179
2. Takayama K. Current status of carotid artery stenting. *Interv. Radiol. (Higashimatsuyama)*. 2023; 9 (3): 122–126. DOI: 10.22575/interventionalradiology.2022-0020
3. Lee S.A., Cho D.H., Choi J., Gwon J.G. Comparison of endarterectomy and stenting in the treatment of carotid artery stenosis: a real-world nationwide, total population-based study from Korea. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2025; 31 (1). DOI: 10.5761/atcs.0a.24-00177
4. Yang B., Ma Y., Wang T., Chen Y., Wang Y., Zhao Z. et al.; RECAS Trial Investigators. Carotid endarterectomy and stenting in a Chinese population: safety outcome of the revascularization of extracranial carotid artery stenosis trial. *Transl. Stroke Res.* 2021; 12 (2): 239–247. DOI: 10.1007/s12975-020-00835-8
5. Paraskevas K.I., Nicolaides A.N., Kakkos S.K. Asymptomatic Carotid Stenosis and Risk of Stroke (ACSRS) study: what have we learned from it? *Ann. Transl. Med.* 2020; 8 (19): 1271. DOI: 10.21037/atm.2020.02.156
6. Howard V.J., Meschia J.F., Lal B.K., Turan T.N., Rubin G.S., Brown R.D. Jr et al.; CREST-2 study investigators. Carotid revascularization and medical management for asymptomatic carotid stenosis: protocol of the CREST-2

- clinical trials. *Int. J. Stroke*. 2017; 12 (7): 770–778. DOI: 10.1177/1747493017706238
7. Underhill H.R., Yuan C., Hatsukami T.S. Vulnerable plaques and stroke risk. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2021; 14 (2): 199–211. DOI: 10.1016/j.jcmg.2020.03.041
  8. Johri A.M., Nambi V., Naqvi T.Z., Feinstein S.B., Kim E.S.H., Park M.M. et al. Recommendations for the assessment of carotid arterial plaque by ultrasound for the characterization of atherosclerosis and evaluation of cardiovascular risk: from the American Society of Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2020; 33 (8): 917–933. DOI: 10.1016/j.echo.2020.04.021
  9. Brinjikji W., Lehman V.T., Huston J. 3rd, Murad M.H., Lanzino G., Cloft H.J., Kallmes D.F. The association between carotid intraplaque hemorrhage and outcomes of carotid stenting: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurointerv. Surg*. 2017; 9 (9): 837–842. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012593
  10. Das A.S., Regenhardt R.W., LaRose S., Monk A.D., Castro P.M., Sheriff F.G. et al. Microembolic signals detected by transcranial doppler predict future stroke and poor outcomes. *J. Neuroimaging*. 2020; 30 (6): 882–889. DOI: 10.1111/jon.12749
  11. Mazzolai L., Teixido-Tura G., Lanzi S., Boc V., Bossone E., Brodmann M. et al.; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases. *Eur. Heart J*. 2024; 45 (36): 3538–3700. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae179

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.831-005.1-089.819.5

## Сравнительный анализ эффективности эндоваскулярного лечения у пациентов с тандемным и одноуровневым поражением при ишемическом инсульте

М.В. Струценко , В.Д. Полянский, Р.Л. Логвиненко, Д.М. Муртазалиева, Т.Д. Сошина, С.А. Герасимов, И.П. Парфенов

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

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

**Полянский Вячеслав Дмитриевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-9834-0032

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

**Муртазалиева Джавгарат Магомедовна**, заместитель главного врача; orcid.org/0000-0002-8162-2359

**Сошина Тамара Дмитриевна**, заведующая отделением неврологии для больных с острым нарушением мозгового кровообращения; orcid.org/0000-0001-8791-0821

**Герасимов Сергей Александрович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0005-3486-5621

**Парфенов Игорь Павлович**, д-р мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0003-2441-872X

### Резюме

**Цель исследования** – провести сравнительный анализ результатов и эффективности эндоваскулярного лечения пациентов с тандемным и одноуровневым поражением при остром ишемическом инсульте в течение интраоперационного, госпитального и отдаленного периодов.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ лечения 335 пациентов с ишемическим инсультом. В 1-ю группу вошли 152 пациента с тандемным поражением, во 2-ю – 183 пациента с одноуровневым поражением. Больные были сопоставимы по полу, возрасту, сопутствующим заболеваниям. Всем пациентам выполнялась эндоваскулярная тромбэктомия с использованием различных методик.

**Результаты.** Учитывая более протяженный и массивный объем поражения в группе с тандемным поражением, у этих пациентов операция была более длительная и большее время реперфузии, также добавлена двойная антитромбоцитарная терапия. В свою очередь, это привело к более частому развитию геморрагической трансформации, более высокому значению NIHSS при выписке и более значимой степени инвалидизации. В летальности различий между группами не было.

**Заключение.** Длительность операции больше у пациентов с тандемным поражением. Несмотря на более частое развитие геморрагической трансформации у пациентов с двухуровневой окклюзией, летальность в госпитальном периоде между группами не различается.

**Ключевые слова:** эндоваскулярное лечение, ишемический инсульт, тандемное поражение, стентирование, тромбэктомия, реперфузия

**Для цитирования:** Струценко М.В., Полянский В.Д., Логвиненко Р.Л., Муртазалиева Д.М., Сошина Т.Д., Герасимов С.А., Парфенов И.П. Сравнительный анализ эффективности эндоваскулярного лечения у пациентов с тандемным и одноуровневым поражением при ишемическом инсульте. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 329–336. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-329-336

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 30.07.2025  
Принята к печати 09.09.2025

## Comparative analysis of the efficacy of endovascular treatment in patients with tandem and single-level lesion in ischemic stroke

M.V. Strutsenko , V.D. Polyansky, R.L. Logvinenko, D.M. Murtazaliev, T.D. Soshina, S.A. Gerasimov, I.P. Parfenov

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

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

**Vyacheslav D. Polyanskiy**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-9834-0032

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

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

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

**Sergey A. Gerasimov**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0005-3486-5621

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

### Abstract

**Objective.** To conduct a comparative analysis of the results and effectiveness of endovascular treatment of patients with tandem and single-level lesions in acute ischemic stroke during the intraoperative, hospital and remote periods.

**Material and methods.** The article presents a retrospective analysis of the treatment of 335 patients with ischemic stroke. Group I consisted of 152 patients with tandem lesions, Group II – 183 patients with single-level lesions. The patients were comparable by gender, age, and concomitant diseases. All patients underwent endovascular thrombectomy using various techniques.

**Results.** Given the more extensive and massive volume of the lesion, the group with tandem lesions had a longer operation and a longer reperfusion time, and the addition of dual antiplatelet therapy. In turn, this led to a more frequent development of hemorrhagic transformation, a higher NIHSS value at discharge, and a more significant degree of disability. There were no differences in mortality between the groups.

**Conclusion.** The duration of surgery is longer in patients with tandem lesions. Despite the more frequent development of hemorrhagic transformation, the hospital mortality rate does not differ in patients with two-level occlusion.

**Keywords:** endovascular treatment, ischemic stroke, tandem lesion, stenting, thrombectomy, reperfusion

**For citation:** Strutsenko M.V., Polyanskiy V.D., Logvinenko R.L., Murtazalieva D.M., Soshina T.D., Gerasimov S.A., Parfenov I.P. Comparative analysis of the efficacy of endovascular treatment in patients with tandem and single-level lesion in ischemic stroke. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 329–336 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-329-336

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

Received July 30, 2025  
Accepted September 9, 2025

## Введение

Эндоваскулярная тромбэктомия – высокоэффективная технология реваскуляризации при острой окклюзии крупной интракраниальной артерии. Особую группу составляют пациенты с тандемным поражением артерий головного мозга, результаты лечения которых характеризуются неблагоприятным функциональным исходом. Преобладающим патофизиологическим механизмом развития окклюзии проксимального отдела внутренней сонной артерии (ВСА) является разрыв атеросклеротической бляшки с наложением на нее тромба, с последующей дистальной эмболией в интракраниальные отделы [1].

Как показали исследования, использование только системной тромболитической терапии (ТЛТ) не приводит к реперфузии у 80% пациентов. Это связано с большим объемом тромба и низкой интракраниальной перфузией, что в свою очередь препятствует достаточному проникновению тромболитического препарата в сосудистое русло интракраниально [2, 3].

Эндоваскулярные технологии являются основным методом восстановления кровотока

у пациентов с ишемическим инсультом, обусловленным тандемным поражением церебральных артерий.

Тандемное поражение при ишемическом инсульте определяется как сочетание поражения ВСА с окклюзией интракраниальных артерий (обычно средней мозговой артерии (СМА)) [4]. Частота встречаемости ишемического инсульта, обусловленного тандемным поражением, достигает 20% случаев [5, 6]. Пациенты с тандемными поражениями обычно имеют худший исход восстановления и более высокую летальность.

Целью нашего исследования является сравнительная оценка результатов эндоваскулярного лечения пациентов с тандемным и одноуровневым поражением при остром нарушении мозгового кровообращения в течение интраоперационного, госпитального и отдаленного периодов.

## Материал и методы

В исследование включены клинические данные и результаты рентгенэндоваскулярных

методов лечения 335 пациентов с ишемическим инсультом, которые находились на лечении в ГКБ им. В.В. Вересаева за период с января 2019 г. по январь 2024 г.

Основную группу (группа 1) составили 152 пациента, которым за указанный период была выполнена тромбэктомия при тандемном поражении. Тандемной считали окклюзию ВСА в сочетании с окклюзией СМА. Мужчин было 79 (52%), женщин – 73 (48%). Средний возраст пациентов составил  $70,9 \pm 10,2$  года. На рисунках 1 и 2 представлены результаты КТ-ангиографии и прямой ангиографии тандемной окклюзии.

В контрольную группу (группа 2) вошли 183 пациента, которым была выполнена тромбэктомия при одноуровневом поражении М1-М2 сегментов СМА. Мужчин было 74 (40,4%), женщин – 109 (59,6%). Средний возраст пациентов составил  $71,9 \pm 9,7$  года.

Пациенты обеих групп с подозрением на ишемический инсульт сразу осматривались неврологом, выполнялась нативная компьютерная томография (КТ) для исключения кровоизлияния. Наличие ранних ишемических изменений оценивали по шкале Alberta Stroke Program Early CT score (ASPECTS). Шкала ASPECTS – это топографическая система

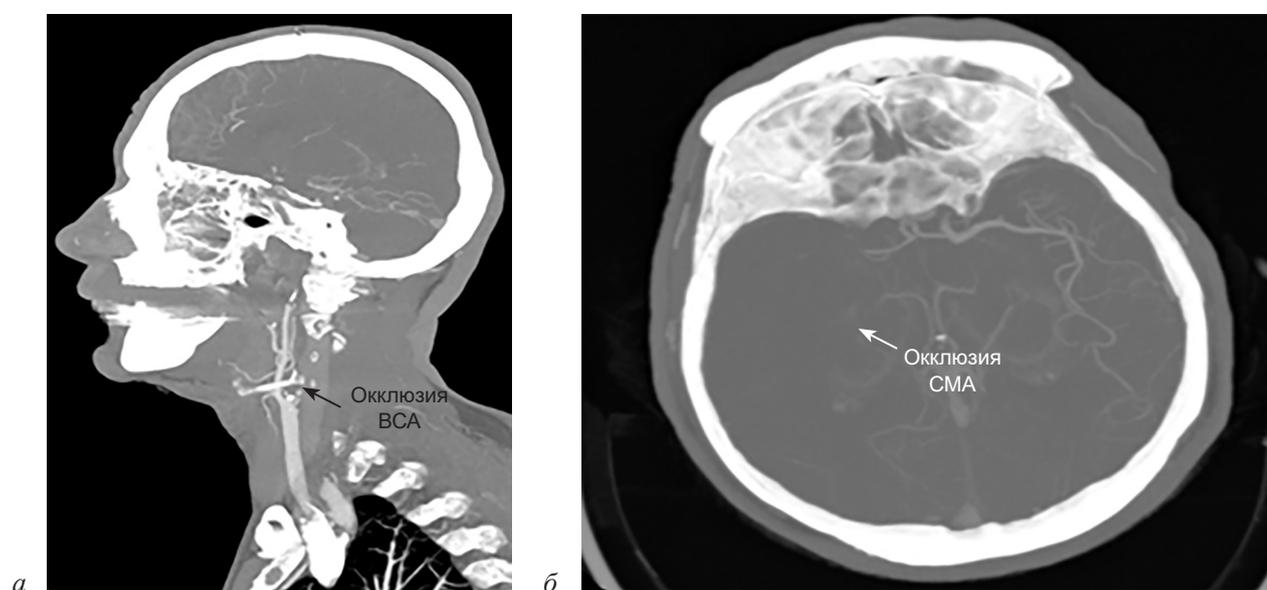


Рис. 1. КТ-ангиография: тандемная окклюзия правой ВСА (а) и правой СМА (б)

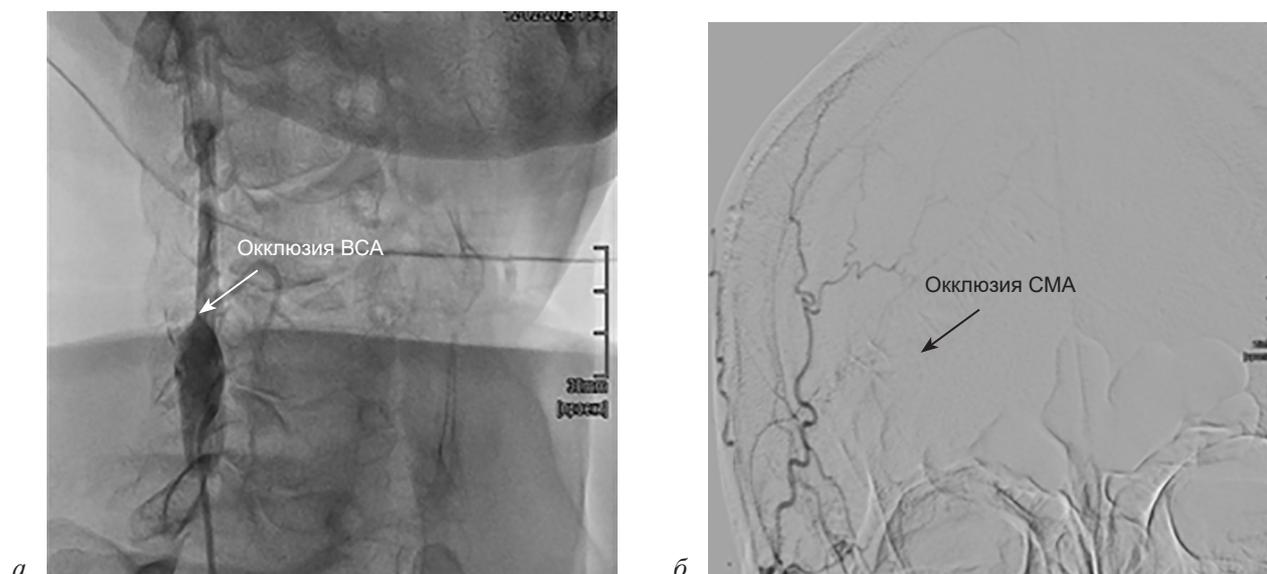


Рис. 2. Прямая ангиография: тандемная окклюзия правой ВСА (а) и правой СМА (б)

оценки, в которой используется количественный подход при определении ранних ишемических изменений. Исходно среднее значение по шкале ASPECTS составило  $9,2 \pm 1,3$  балла – в 1-й группе,  $9,3 \pm 1,4$  балла – во 2-й. Далее выполнялась КТ-ангиография для локализации поражения. При известном времени начала заболевания до 4,5 ч и отсутствии противопоказаний в кабинете КТ начинали системную тромболитическую терапию. При неизвестном времени начала заболевания обследование дополнялось КТ-перфузией – для определения зоны обратимых изменений и магнитно-резонансной томографией – для верификации острой стадии ишемического инсульта. По данным КТ-перфузии головного мозга оценивали зону ишемической полутени (пенумбры) и зону необратимых изменений на стороне поражения. Показанием для операции считали несоответствие (mismatch) 1,8 и выше. Среднее значение несоответствия составило  $2,3 \pm 1,2$  в 1-й,  $2,9 \pm 1,9$  – во 2-й группах.

У пациентов обеих групп была гипертоническая болезнь и гиперхолестеринемия. Нарушением ритма сердца страдали 52 (34,2%) пациента 1-й группы и 102 (55,7%) – 2-й группы. Непрямые оральные антикоагулянты (НОАК) постоянно принимали 26 (17,1%) человек из 1-й и 36 (19,7%) – из 2-й групп. В свою очередь лишь 50% пациентов из 1-й группы и 25% пациентов 2-й группы постоянно принимали НОАК при наличии установленного нарушения ритма сердца. В груп-

пе с тандемным поражением было 45 (29,6%) больных с мультифокальным атеросклерозом. Среди пациентов с одноуровневым поражением мультифокальный атеросклероз был у 57 (31,1%) пациентов. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика обеих групп больных.

В 1-й группе в 137 (90,1%) случаях эндовазкулярная тромбэктомия (ЭВТ) выполнялась в сроки до 6 ч от момента манифестации заболевания, у 15 (9,9%) пациентов время начала было неизвестно. 41 (26,9%) пациенту в терапевтическом окне была выполнена системная тромболитическая терапия. Остальным пациентам ТЛТ не проводилась в связи с наличием противопоказаний. Оценку неврологического дефицита осуществляли по шкале инсульта Национального института здоровья – NIHSS. Среднее значение NIHSS при поступлении составило  $17,1 \pm 4,9$  балла. Ишемический инсульт в анамнезе был у 23 (15,1%) пациентов.

Во 2-й группе у 137 (74,9%) пациентов ЭВТ проводилась в первые 6 ч от начала заболевания, в 46 (25,1%) случаях вмешательство было выполнено в сроки более 6 ч от манифестации клинических проявлений ишемического инсульта. Системная ТЛТ была проведена 56 (30,6%) пациентам. Исходно среднее значение неврологического дефицита по шкале NIHSS составило  $17,4 \pm 4,5$  балла.

В обеих группах эндовазкулярная тромбэкстракция была выполнена в 100% случаев.

Таблица 1

Сравнительный анализ основных параметров пациентов двух групп в дооперационном периоде

Параметр	Тандемное поражение, группа 1 (n=152)	Одноуровневое поражение, группа 2 (n=183)	P
Возраст, лет	$70,9 \pm 10,2$	$71,9 \pm 9,7$	<0,001
Пол			
мужской, %	52,0	40,4	<0,001
женский, %	48,0	59,6	
NIHSS, баллов	$17,1 \pm 4,9$	$17,4 \pm 4,5$	<0,001
ASPECTS, баллов	$9,2 \pm 1,3$	$9,3 \pm 1,4$	<0,001
Гипертоническая болезнь, n (%)	152 (100,0)	183 (100,0)	<0,001
Гиперхолестеринемия, n (%)	152 (100,0)	183 (100,0)	<0,001
Инсульт в анамнезе, n (%)	23 (15,1)	31 (16,9)	<0,001
Нарушение ритма сердца, n (%)	52 (34,2)	102 (55,7)	<0,001
Прием НОАК, n (%)	26 (17,1)	36 (19,7)	<0,001
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	45 (29,6)	57 (31,1)	<0,001

У пациентов, которым проводилась системная тромболитическая терапия, эндоваскулярный этап выполняли, не дожидаясь эффекта от тромболизиса.

Полнота восстановления реперфузии оценивалась по модифицированной шкале ТАСI. Успешной считали реперфузию на уровне ТАСI 2b – антеградная реперфузия более чем половины ранее ишемизированной территории окклюзированной целевой артерии (двух крупных ветвей СМА и их территорий) и ТАСI 3 – полная антеградная реперфузия ранее ишемизированной территории окклюзированной целевой артерии с отсутствием визуализируемой окклюзии во всех дистальных ветвях.

## Результаты

В 1-й группе для лечения tandemных поражений в зависимости от очередности восстановления церебрального кровотока использовали антеградный и ретроградный подходы. Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки, оптимальная последовательность реваскуляризации не определена. В 96 (63,2%) случаях нами был использован антеградный подход. Для этого первым этапом выполнялась проксимальная реканализация, тромбоаспирация, а затем восстановление церебрального кровотока. Основными преимуществами антеградного подхода являются повышенная вероятность успеха восстановления церебрального кровотока из-за отсутствия механических препятствий для заведения инструментов в ВСА, а также предотвращение повторной реокклюзии из-за сниженного кровотока ВСА. Кроме того, антеградный подход обеспечивает лучшую визуализацию интракраниальной анатомии, что в свою очередь снижает риск диссекции и перфорации артерий. Недостатком же антеградного подхода является увеличение времени церебральной реперфузии, что может привести к увеличению размеров необратимых изменений в головном мозге. Кроме того, в случае стентирования ВСА могут возникнуть сложности с проведением инструментов через стентированный сегмент, а также существует вероятность зацепить стент-ретривер (при извлечении) за ранее имплантированный стент ВСА [7].

Ретроградный подход был использован у 56 (36,8%) пациентов. При ретроградном подходе первично восстанавливается перфу-

зия по интракраниальным артериям, затем по ВСА. Преимуществом ретроградного подхода является более короткое время восстановления церебрального кровотока, но это сопряжено с более высоким риском реокклюзии СМА ввиду возможного развития дистальной эмболии на другие территории, что в свою очередь ведет к ухудшению отдаленных результатов [8, 9].

Что касается отдаленных результатов, то в исследованиях не было выявлено различий с точки зрения симптомных кровоизлияний, повторного инсульта или смертности. При этом перипроцедурные осложнения незначительно чаще развивались у пациентов при ретроградном подходе [10–12].

В качестве первого метода реперфузии у всех пациентов из группы tandemных поражений применяли аспирационную технику. После двух безуспешных попыток аспирационной тромбоэкстракции в 71 (46,7%) случае была проведена комбинированная тромбоэкстракция с применением реперфузионного катетера и стент-ретривера. Одновременно с эндоваскулярным вмешательством у 50 (32,9%) пациентов выполнялась системная тромболитическая терапия.

Установка стента в экстренном порядке у пациента с tandemным поражением сопряжена с необходимостью введения антиагрегантных препаратов, что может увеличить частоту развития геморрагических осложнений, особенно у пациентов, получивших системную ТЛТ. Необходимость стентирования ВСА после восстановления кровотока до конца не определена. При наличии видимой диссекции ВСА, тенденции к реокклюзии, стенозе более 70% у 44 (28,9%) пациентов тромбоэкстракцию дополняли стентированием ВСА.

В 100% случаев был использован самораскрывающийся нитиноловый стент. При прямом шейном сегменте ВСА у 20 (45,5%) пациентов был имплантирован двуслойный стент, в 15 (34,1%) случаях – стент с закрытой ячейкой. При наличии извитости шейного сегмента ВСА с целью недопущения ее деформации, развития перегибов и диссекции у 9 (20,4%) больных нами был имплантирован стент с открытой ячейкой. В 100% случаев стентирование проводилось с использованием дистальной системы защиты от эмболии. Заведение устройства для профилактики дистальной эмболии осуществляли стандартным методом,

а извлекали – в реперфузионный катетер с включенным разряжением, для предотвращения выдавливания фрагментов из ловушки при ее сборании. У 5 (11,4%) пациентов после извлечения системы защиты определялись крупные фрагменты бляшки / тромботических масс в фильтре.

При принятии решения о необходимости выполнения стентирования пациенту на операционном столе устанавливался назогастральный зонд, через который давалась нагрузочная доза двойной антиагрегантной терапии. Исходя из клинических рекомендаций по лечению ишемического инсульта и транзиторной ишемической атаки, клопидогрел в сочетании с аспирином является более безопасным, чем прасугрел или тикагрелор. Пациенты получали 300 мг клопидогрела в сочетании с 300 мг ацетилсалициловой кислоты. Антиагрегантная терапия не зависела от типа установленного стента. Интраоперационно и в ближайшем послеоперационном периоде различия в проходимости стентов не было. На рисунке 3 представлен ангиографический результат тромбэктомии из правой СМА и стентирования правой ВСА.

Геморрагическая трансформация после выполненной тромбэктомии была диагностирована в 47 (30,9%) случаях. Геморрагические пропитывания 1-го и 2-го типа наблюдались у 28 (18,4%) пациентов. У 19 (12,5%) больных имелась паренхиматозная гематома 1-го и 2-го типа. У 14 (29,8%) пациентов с геморрагической трансформацией выполнено стенти-

рование внутренней сонной артерии, следовательно, пациенты на столе получали двойную антитромбоцитарную терапию. Среди пациентов с геморрагической трансформацией успешная реперфузия была у 38 (80,9% от всех пациентов с геморрагической трансформацией). Системная тромболитическая терапия была проведена у 12 (25,5%) больных с геморрагической трансформацией.

Госпитальная летальность в 1-й группе составила 28,9% – умерли 44 пациента. Из них у 28 (63,6% от числа умерших) был восстановлен кровоток на уровне ТICI 2b-3, а из умерших с полной реперфузией геморрагическая трансформация была у 18 (64,3%) пациентов.

В 16 (36% от числа умерших) случаях реперфузия была ТICI 2a и ниже. Из этих пациентов геморрагическая трансформация отмечена в 5 (31,3%) случаях.

Во 2-й группе тромбэктомии из интракраниальных отделов в 166 (90,7%) случаях начинали аспирационной методикой. Для этого после выполнения диагностической ангиографии и верификации окклюзии СМА во внутреннюю сонную артерию устанавливали проводниковый катетер, через который, используя микропроводник и микрокатетер, в зону окклюзии заводили реперфузионный катетер. Отсутствие ретроградного кровотока по реперфузионному катетеру считали подтверждением погружения катетера в тромботические массы. Затем с помощью аспирационного насоса выполняли тромбаспирацию не менее 180 с. Извлечение реперфузионного катетера

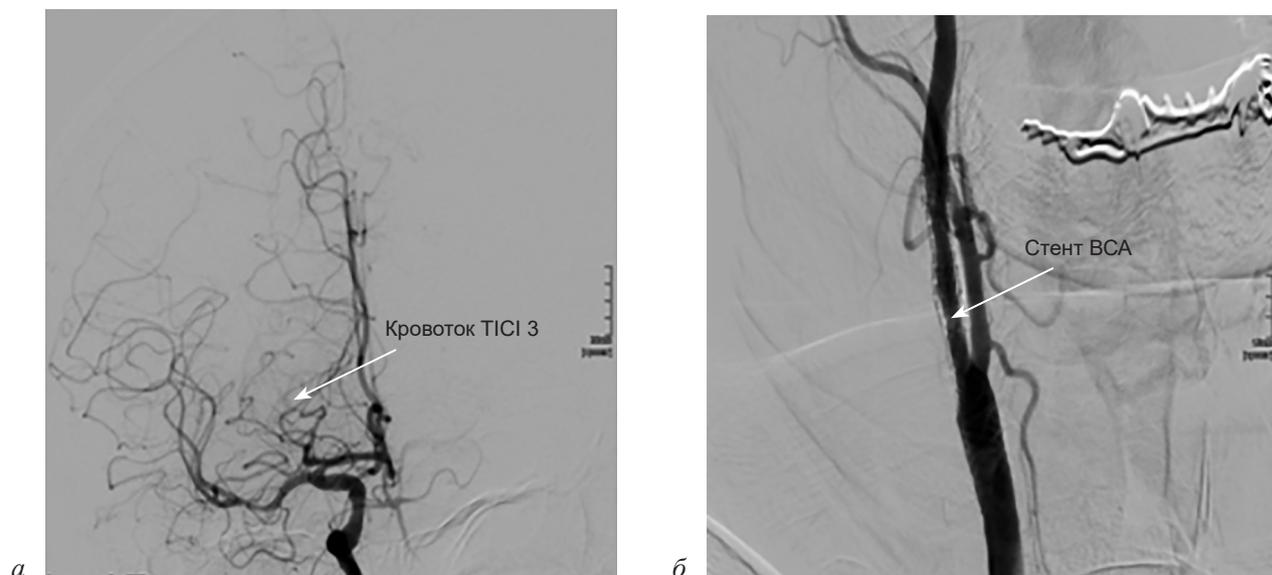


Рис. 3. Результаты эндоваскулярного лечения тандемной окклюзии (а, б)

осуществляли на постоянной аспирации. При неблагоприятной анатомии и отсутствии возможности коаксиально подвести реперфузионный катетер к зоне окклюзии в 9 (5%) случаях первый подход тромбэкстракции выполняли стент-ретривером. В данной ситуации после установки проводникового катетера во внутреннюю сонную артерию с использованием микропроводника за зону окклюзии заводили микрокатетер. Верифицировали дистальное русло. Затем раскрывали стент-ретривер, длительностью около 300 с. При извлечении стент-ретривера использовали дополнительную аспирацию из проводникового катетера.

При сложностях с реканализацией окклюзии, предположении о наличии «плотного» эмбола применяли различные комбинированные методики с использованием реперфузионного катетера и стента-ретривера у 8 (4,4%) пациентов.

У 104 (56,8%) пациентов кровотоки на уровне ТАСI 2b-3 был восстановлен с первого подхода. В 39 (21,3%) случаях полная реперфузия была достигнута после двух подходов. У 40 (21,9%) пациентов было выполнено более двух подходов.

Финальный кровоток на уровне ТАСI 2b-3 был достигнут у 170 (92,9%) пациентов.

Геморрагическая трансформация после выполненной тромбэктомии наблюдалась у 48 (26,2%) больных, причем геморрагическая трансформация по типу геморрагического пропитывания 1-го и 2-го типов отмечена

в 35 случаях (73% пациентов с геморрагической трансформацией).

Умерли 49 больных, летальность составила 26,8%. Среди умерших у 21 (42,9%) пациента была геморрагическая трансформация. У 9 (4,9%) больных 2-й группы был кровоток ТАСI 2a и ниже. В таблицах 2 и 3 представлены основные интраоперационные и послеоперационные параметры обеих групп.

## Обсуждение

Эндоваскулярное лечение пациентов с тандемным поражением при ишемическом инсульте остается малоизученным. В крупных рандомизированных исследованиях сочетание поражения ВСА и СМА, как правило, является критерием исключения. Кроме того, показания для экстренного стентирования ВСА до конца не определены.

Проведенный нами сравнительный ретроспективный анализ лечения пациентов с ишемическим инсультом, в группах с одноуровневым поражением и тандемной окклюзией, не выявил различий по полу, возрасту, исходному значению NIHSS и ASPECTS. В группе пациентов с одноуровневой окклюзией было больше больных с сопутствующим нарушением ритма. По другим сопутствующим заболеваниям различий не было.

Учитывая более протяженный и массивный объем поражения у пациентов с тандемным поражением, в этой группе была более дли-

Таблица 2

Сравнительный анализ основных параметров интраоперационно

Параметр	Тандемное поражение, группа 1 (n=152)	Одноуровневое поражение, группа 2 (n=183)	P
Длительность операции, мин	168,6±57,4	78,4±24,6	<0,001
Наркоз	21	24	<0,001
Время реперфузии от момента поступления в стационар, ч	2,4±0,9	1,9±0,6	<0,001

Таблица 3

Сравнительный анализ основных параметров в послеоперационном периоде

Параметр	Тандемное поражение, группа 1 (n=152)	Одноуровневое поражение, группа 2 (n=183)	P
NIHSS, баллов	14,3±9	10,9±8,1	<0,001
mRs, баллов	3,9±1,5	3,5±1,6	<0,001
Геморрагическая трансформация, n (%)	47 (30,9)	48 (26,2)	<0,001
Летальность, n (%)	44 (28,9)	49 (26,8)	<0,001

тельная операция и большее время реперфузии, добавлена двойная антитромбоцитарная терапия. В свою очередь, это привело к более частому развитию геморрагической трансформации, более высокому значению NIHSS при выписке и более значимой степени инвалидизации. В летальности различий между группами не было.

### Выводы

1. Эндоваскулярная тромбэктомия является эффективным способом лечения пациентов с ишемическим инсультом с разным уровнем поражения.

2. Имплантация стента в шейном сегменте ВСА в группе с тандемными поражениями является методом выбора и не ухудшает клинические результаты.

3. Анализ результатов сравнения групп с тандемными и одноуровневыми поражениями показал отсутствие достоверных отличий по функциональному исходу.

4. Уровень неврологического дефицита у пациентов с одноуровневым и тандемным поражением не отличается.

5. У пациентов с тандемным поражением операция была более длительная.

6. Несмотря на более частое развитие геморрагической трансформации у пациентов с двухуровневой окклюзией, летальность в госпитальном периоде не различается.

### Литература/References

- Jadhav A.P., Zaidat O.O., Liebeskind D.S., Yagaval D.R., Haussen D.C., Helliger Jr F.R. et al. Emergent management of tandem lesions in acute ischemic stroke. *Stroke*. 2019; 50: 428–433. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.021893
- Anadani M., Marnat G., Consoli A., Papanagiotou P., Nogueira R.G., Siddiqui A. et al. Endovascular therapy of anterior circulation tandem occlusions: pooled analysis from the TITAN and ETIS registries. *Stroke*. 2021; 52: 3097–3105. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.033032
- Zhu F., Anadani M., Labreuche J., Spiotta A., Turjman F., Piotin M. et al. Impact of antiplatelet therapy during endovascular therapy for tandem occlusions: a collaborative pooled analysis. *Stroke*. 2020; 51 (5): 1522–1529. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.028231
- Pires Coelho A., Lobo M., Gouveia R., Silveira D., Campos J., Augusto R. et al. Overview of evidence on emergency carotid stenting in patients with acute ischemic stroke due to tandem occlusions: a systematic review and meta-analysis. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2019; 60 (6): 693–702.
- Seet R.C.S., Wijdicks E.F.M., Rabinstein A.A. Stroke from acute cervical internal carotid artery occlusion: treatment results and predictors of outcome. *Arch. Neurol.* 2012; 69 (12): 1615–1620. DOI: 10.1001/archneurol.2012.2569
- Rubiera M., Ribo M., Delgado-Mederos R., Santamarina E., Delgado P., Montaner J. et al. Tandem internal carotid artery / middle cerebral artery occlusion: an independent predictor of poor outcome after systemic thrombolysis. *Stroke*. 2006; 37 (9): 2301–2305. DOI: 10.1161/01.STR.0000237070.80133.1d
- Lockau H., Liebig T., Henning T., Neuschmelting V., Steufeld H., Kabbach C. et al. Mechanical thrombectomy in tandem occlusion: procedural considerations and clinical results. *Neuroradiology*. 2015; 57 (06): 589–598. DOI: 10.1007/s00234-014-1465-5
- Cohen J.E., Gomori M., Rajz G., Moscovici S., Leker R.R., Rosenberg S. et al. Emergent stent-assisted angioplasty of extracranial internal carotid artery and intracranial stent-based thrombectomy in acute tandem occlusive disease: technical considerations. *J. Neurointerv. Surg.* 2013; 5: 440–446. DOI: 10.1136/neurintsurg-2012-010340
- Mbabuike N., Gassie K., Brown B., Miller D.A., Tawk R.G. Revascularization of tandem occlusions in acute ischemic stroke: review of the literature and illustrative case. *Neurosurg. Focus*. 2017; 42. DOI: 10.3171/2017.1.FOCUS16521
- Min X., Du J., Bai X., Wei T., Dmitriw A.A., Patel A.B. et al. Antegrade or retrograde approach for the management of tandem occlusions in acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Front Neurol*. 2022; 12. DOI: 10.3389/fneur.2021.757665
- Yang D., Shi Z., Lin M., Zhou Z., Zi W., Wang H. et al. Endovascular retrograde approach may be a better option for acute tandem occlusions stroke. *Inter. Neuroradiol.* 2019; 25 (2): 194–201. DOI: 10.1177/1591019918805140
- Haussen D.C., Turjman F., Piotin M., Labreuche J., Steglich-Arnholm H., Holtmannspötter M. et al. Head or neck first? Speed and rates of reperfusion in thrombectomy for tandem large vessel occlusion strokes. *Inter. Neurol.* 2020; 8 (2–6): 92–100. DOI: 10.1159/000496292

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.831-005.1-089.819.5-06-038.81

## Эндоваскулярное лечение инсульта пробуждения в условиях скоромощного стационара: клинический опыт и результаты

*М.В. Струценко*<sup>✉</sup>, *Р.Л. Логвиненко*, *Д.М. Муртазалиева*, *В.Д. Полянский*,  
*А.С. Полянцеv*, *И.Ю. Осипов*, *И.П. Парфеноv*

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

<sup>✉</sup> **Струценко Михаил Валерьевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; [orcid.org/0000-0002-4608-302X](https://orcid.org/0000-0002-4608-302X), e-mail: [mvstrutsenko@gmail.com](mailto:mvstrutsenko@gmail.com)

**Логвиненко Роман Леонидович**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; [orcid.org/0000-0003-3205-2019](https://orcid.org/0000-0003-3205-2019)

**Муртазалиева Джавгарат Магомедовна**, заместитель главного врача; [orcid.org/0000-0002-8162-2359](https://orcid.org/0000-0002-8162-2359)

**Полянский Вячеслав Дмитриевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; [orcid.org/0000-0002-9834-0032](https://orcid.org/0000-0002-9834-0032)

**Полянцеv Алексей Сергеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; [orcid.org/0009-0002-1285-7178](https://orcid.org/0009-0002-1285-7178)

**Осипов Иван Юрьевич**, заведующий отделением лучевой диагностики; [orcid.org/0000-0002-2659-1211](https://orcid.org/0000-0002-2659-1211)

**Парфеноv Игорь Павлович**, д-р мед. наук, профессор, главный врач; [orcid.org/0000-0003-2441-872X](https://orcid.org/0000-0003-2441-872X)

### Резюме

**Цель исследования** – выявить значимость ранней диагностики, сравнить технические аспекты и функциональные клинические исходы эндоваскулярной реперфузионной терапии инсульта, развившегося в период сна, с инсультом, который возник во время бодрствования.

**Материал и методы.** Для сравнения функционального клинического исхода после эндоваскулярной реперфузии в исследование были включены 52 пациента с инсультом пробуждения, отобранные проспективно, и 498 ретроспективно отобранных пациентов с инсультом с известным временем начала.

Объективно ишемию головного мозга оценивали по данным компьютерной томографии по шкале ранних рентгенологических признаков повреждения головного мозга с перфузионным исследованием и по данным магнитно-резонансной томографии с определением несоответствия диффузионно-взвешенного изображения и инверсии-восстановления с подавлением сигнала от жидкости.

Результат лечения после эндоваскулярной реперфузии оценивали по модифицированной шкале лечения при церебральной ишемии, модифицированной шкале Рэнкина и шкале инсульта Национального института здоровья.

**Результаты.** После тромбэкстракции реперфузионный статус большинства пациентов с инсультом после сна по модифицированной шкале лечения при церебральной ишемии соответствовал 2b-3 степени. Результаты неврологической оценки по шкале инсульта Национального института здоровья при поступлении и после реперфузии показали снижение среднего показателя неврологического дефицита с 16 до 11 баллов. Функциональные клинические исходы инсульта в группах «пробуждения» и «бодрствования» по модифицированной шкале Рэнкина не показали статистически значимых отличий, с преобладанием пациентов, имеющих выраженное нарушение жизнедеятельности – 27,9 и 25% соответственно, и 30-дневной летальностью 28 и 24% соответственно.

**Заключение.** У больных с «инсультом пробуждения» проведение компьютерной томографии с перфузией головного мозга и магнитно-резонансной томографии с определением несоответствия диффузионно-взвешенного изображения и инверсии-восстановления с подавлением сигнала от жидкости предоставляет важную информацию о сроках развития ишемии. Около 30% из них при окклюзии крупной церебральной артерии, согласно данным магнитно-резонансной томографии, соответствуют критериям развития ишемии длительностью менее 4,5 ч. Компьютерная томография с перфузией головного мозга также позволяет выделить пациентов с инсультом пробуждения длительностью менее 24 ч, у которых имеется небольшая область инфаркта и может быть полезна экстренная тромбэктомия. Тактика дополнения компьютерной томографии с перфузией головного мозга магнитно-резонансной томографией может также способствовать лучшему отбору пациентов для выполнения системной тромболитической терапии и/или эндоваскулярной тромбэктомии у пациентов с инсультом с известным временем начала.

**Ключевые слова:** эндоваскулярное лечение, ишемический инсульт, инсульт пробуждения, инсульт после сна, тромбэктомия, тромболизис, реперфузия

**Для цитирования:** Струценко М.В., Логвиненко Р.Л., Муртазалиева Д.М., Полянский В.Д., Полянцев А.С., Осипов И.Ю., Парфенов И.П. Эндоваскулярное лечение инсульта пробуждения в условиях скоромощного стационара: клинический опыт и результаты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 337–346. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-337-346

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 25.07.2025  
Принята к печати 04.09.2025

## Endovascular treatment of wake-up stroke in an emergency hospital: clinical experience and results

M.V. Strutsenko , R.L. Logvinenko, D.M. Murtazaliev, V.D. Polyanskiy, A.S. Polyantsev, I.Yu. Osipov, I.P. Parfenov

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

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

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

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

**Vyacheslav D. Polyanskiy**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-9834-0032

**Aleksey S. Polyantsev**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0002-1285-7178

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

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

### Abstract

**Objective.** To identify the significance of early diagnosis, compare technical aspects and functional clinical outcomes of endovascular reperfusion therapy of wake-up stroke (WUS) with uncertain time of onset.

**Material and methods.** Fifty-two patients with WUS were included in the study. CT perfusion, MRI in DWI, PWI, and FLAIR modes were used for the purpose of ischemia focus diagnosis.

In order to compare the functional clinical outcome, the results of treatment of the awake non WUS group (control) – 498 patients were included in the study.

The reperfusion outcome was evaluated by mTICI, ASPECTS, NIHSS, mRs scales.

**Results.** CT-perfusion and MRI in DWI and FLAIR modes are important in diagnostics of ischemia development time. Selection of patients with WUS for reperfusion is reasonable when DWI and FLAIR mismatch.

The reperfusion status of the majority of patients with WUS according to the mTICI scale after thromboextraction corresponded to grade 2b-3. NIHSS scores on admission and after reperfusion had statistically significant differences with a decrease in mean neurologic deficit score from 16 to 11 points. Functional clinical outcomes in WUS and non-WUS groups according to the mRS scale did not show statistically significant differences with predominance of patients with severe impairment (27.9% and 25%, respectively) or 30-day mortality (28% and 24%, respectively).

**Conclusion.** In patients with WUS, MRI in DWI/FLAIR modes provides important information on the timing of ischemia development. About 30% of WUS developed due to occlusion of a major cerebral artery according to MRI meet criteria for ischemia development in a time frame of less than 4.5 hours. Using CT perfusion imaging, it is possible to identify subjects with middle cerebral artery syndrome who have a large area of ischemic brain, but as yet have only a small area of infarction, who may benefit from urgent thrombectomy within 24 hours. This tactic may further contribute to better selection of patients benefiting from TLT and/or endovascular thrombectomy. Functional clinical outcomes of endovascular WUS reperfusion therapy do not have any significant differences from the procedure in non WUS.

**Keywords:** endovascular treatment, ischemic stroke, awakening stroke, WUS, thrombectomy, thrombolysis, reperfusion

**For citation:** Strutsenko M.V., Logvinenko R.L., Murtazaliev D.M., Polyanskiy V.D., Polyantsev A.S., Osipov I.Yu., Parfenov I.P. Endovascular treatment of wake-up stroke in an emergency hospital: clinical experience and results. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 337–346 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-337-346

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

Received July 25, 2025  
Accepted September 4, 2025

## Введение

Эффективность лечения инсульта в острейшем периоде имеет обратную зависимость от скорости роста объема ишемического поражения головного мозга. При ишемическом инсульте, вызванном окклюзией магистральной артерии, гибель ткани головного мозга носит прогрессирующий характер и может достигать 1,9 млн нейронов в минуту. Однако с учетом накапливающихся данных это лишь усредненный показатель, позволяющий предполагать его большие индивидуальные различия. Вариабельность темпов разрушения нейронных связей диктует необходимость персонализированного подхода к тактике экстренной терапии при инсульте у разных пациентов. При этом первостепенное значение имеет знание точного времени появления симптомов или по крайней мере времени, когда был последний подтвержденный вербальный контакт с пациентом в ясном сознании. Результаты крупных рандомизированных контролируемых исследований показали явную пользу от тромболитической терапии (ТЛТ) и/или эндоваскулярной тромбэктомии (ТЭ), когда пациенты с ишемическим инсультом получают лечение в течение 4,5 ч после появления симптомов. Если ТЛТ назначается после указанного срока, а ТЭ – после 6 ч, риск вреда в виде внутричерепного кровоизлияния и плохого прогноза может превышать потенциальную пользу реперфузии [1].

В случае инсульта, выявленного после сна (инсульт пробуждения – от англ. wake-up stroke, WUS), важность диагностики обусловлена отсутствием данных о времени начала заболевания и объеме жизнеспособной ткани, что прямо влияет на безопасность реперфузионной терапии. Поэтому WUS часто считаются неподходящими для такой агрессивной терапии, как ТЛТ и/или ТЭ. При идентификации неврологических симптомов после пробуждения пациентов время начала инсульта рутинно относят к моменту последнего контакта с пациентом в ясном сознании. В действительности период сна может значительно превышать реальную давность окклюзии, и пациент с WUS лишается возможности получения необходимого исчерпывающего реперфузионного лечения. Ряд исследований свидетельствует о возможности сопоставления клинических данных WUS с данными дневно-

го инсульта (инсульт бодрствования – от англ. non-wake-up stroke, non-WUS) на основе предположения о том, что большинство WUS происходит ближе ко времени пробуждения [2, 3]. Чаще всего такие инсульты относят к кардиоэмболическому подтипу, в этиологии которого ведущую роль играет фибрилляция предсердий (ФП). Но данный подтип не исключает парадоксальную эмболию во время сна как результат брадикардии со снижением артериального давления, повышение давления в легочной артерии и функционального открытия овального окна при горизонтальном положении тела. В связи с этим необходимо проведение многофакторного анализа возможности применения прогнозируемой реперфузии в каждом случае WUS.

Важную роль при оценке острого инсульта у пациентов с WUS играет диагностическая нейровизуализация. В настоящее время изучаются различные подходы к визуализации, которые могут помочь в отборе пациентов для наилучшей эффективности применения реперфузионной терапии [4]. Компьютерная томография (КТ) с перфузией головного мозга позволяет отобрать пациентов с окклюзией крупной интракраниальной артерии с обширной зоной ишемии и относительно небольшим ядром инфаркта, которым за пределами 6-часового терапевтического окна может быть полезна экстренная эндоваскулярная реперфузионная терапия в течение до 24 ч от условного времени начала инсульта [5].

Тем не менее на своем опыте мы неоднократно сталкивались с ложноотрицательными данными перфузионного исследования, противоречащими результатам проведенной ТЭ при значительно меньшей давности инсульта, чем регламентируется 6-часовым терапевтическим окном, в результате слабой дифференцировки между хроническими и острыми очаговыми изменениями головного мозга. Также наша практика показала возможность и ложноположительных результатов определения перфузии, которые не коррелировали с неудовлетворительными исходами быстрой и полной эндоваскулярной реперфузии. Это заставило нас включить дополнительный метод нейровизуализации в протокол отбора сложных пациентов для эндоваскулярной ТЭ. Концепция несоответствия diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DWI) и fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) (диффуз-

но-взвешенные изображения и последовательность инверсии-восстановления с качественным отражением сигнала от свободной жидкости) у пациентов, поступивших в течение 4,5 ч после ишемического события, позволяет с большой чувствительностью для положительного прогноза от реперфузионного лечения (0,83) определить размер сформированного ядра инфаркта и потенциально жизнеспособной ткани мозга [4, 6]. Перспективным является применение этой методики для включения пациентов WUS в критерии отбора на эндоваскулярную ТЭ, так как имеются данные исследований, подтверждающие, что подобный инсульт развивается ближе к пробуждению и может не отличаться по прогнозам от инсульта с известным временем начала в 6-часовом терапевтическом окне [4].

Цель настоящего исследования – выявить значимость ранней диагностики с применением протокола DWI-FLAIR и сравнить технические аспекты и функциональные клинические исходы эндоваскулярной реперфузионной терапии инсульта пробуждения с инсультом бодрствования.

### Материал и методы

Всего в исследование включены 550 пациентов в острейшей фазе ишемического инсульта, которым была выполнена эндоваскулярная тромбэктомия с тромболитической терапией или без нее. Отбор пациентов для эндоваскулярного лечения и ТЛТ, оценка результатов лечения выполнялись в соответствии с национальными рекомендациями. Неврологический дефицит оценивали по шкале инсульта Национального института здоровья (NIHSS – от англ. National Institutes of Health Stroke Scale). Нами было принято условное разделение неврологического дефицита на следующие градации: лёгкий – до 5 баллов, средней степени тяжести – от 5 до 15 баллов, тяжёлый – от 16 до 21 и крайне тяжёлый – более 21 балла. Функциональный статус оценивали по модифицированной шкале Рэнкина (mRs – от англ. modified Rankin scale) [7, 8].

Пациенты были разделены на две группы. В группу WUS в период с 2018 по 2023 г. проспективно отобрали 52 пациента в возрасте от 50 до 85 лет (медиана 73 года, средний возраст  $70,2 \pm 10,1$  года), которым для уточнения объема поражения головного мозга выполня-

ли магнитно-резонансную томографию (МРТ). Из них 31 (59,6%) пациент был мужского и 21 (40,4%) – женского пола. Также в исследование ретроспективно были включены результаты обследования и лечения группы non-WUS, которую составили 498 пациентов (319 (64,1%) – мужского, 179 (35,9%) – женского пола) с известным временем начала инсульта. Средний возраст составил  $70,6 \pm 8,7$  года (28–98 лет, медиана 72 года).

Всем пациентам выполняли компьютерную томографию головного мозга для исключения внутричерепного кровоизлияния и оценки по шкале ранних ишемических изменений в бассейне средней мозговой артерии (ASPECTS – от англ. Alberta Stroke Program Early CT Score), а также компьютерную томографию дуги аорты, брахиоцефальных артерий и сосудов головного мозга для определения локализации окклюзии крупной мозговой артерии. При неизвестном времени начала заболевания и давности инсульта более 6 ч, но менее 24 ч выполняли компьютерную томографию с перфузией головного мозга с целью включения в протокол отбора для эндоваскулярной тромбэктомии.

Магнитно-резонансная томография головного мозга дополнительно проведена части пациентов для оценки прогноза лечения, выявления расхождения с данными компьютерного перфузионного исследования головного мозга и оценивалась как соответствие или несоответствие DWI-FLAIR.

Непосредственный ангиографический результат тромбэктомии оценивали по модифицированной шкале восстановления перфузии при ишемическом инсульте (mTICI – от англ. modified Treatment In Cerebral Infarction). Целевым показателем для церебральной реперфузии в ранее ишемизированной области при выполнении эндоваскулярной тромбэктомии является восстановление кровотока до уровня 2b-3 по модифицированной шкале восстановления перфузии (mTICI).

Повторную компьютерную томографию головного мозга выполняли через 24 ч после реперфузионного лечения для определения динамики ишемических изменений, возможных геморрагических осложнений.

*Статистический анализ.* Полученные данные обработаны на программном обеспечении операционной системы Windows 11 в приложениях Microsoft Excel 2021 и SPSS

Statistics 23. Все выборки подвергнуты оценке на нормальное распределение. Учитывая, что подавляющее большинство переменных во всех выборках показали статистически значимый критерий Колмогорова–Смирнова менее 0,05 (то есть имели распределение, отличное от нормального), дальнейшая сравнительная оценка групп и подгрупп проводилась с применением непараметрических методов.

В соответствии с этим категориальные переменные представлены в виде процента от численности текущей выборки (N) и числа с конкретным признаком (n). Непрерывные переменные представлены медианой (Me), а также квартилями – первым (Q1) и третьим (Q3). Сравнительный анализ двух независимых групп по количественному признаку осуществляли с помощью U-критерия Манна–Уитни, по качественному признаку – с использованием критерия  $\chi^2$ . Для оценки динамики в каждой группе применен Z-тест Вилкоксона. Достоверность полученных результатов подтверждали при уровне значимости (p) менее критического значения 0,05.

## Результаты

Статистически значимой разницы по гендерному признаку и медиане возраста между двумя группами не было.

Согласно данным историй болезни, у 50% (n=26) пациентов в преморбидном статусе регистрировали ФП, в группе больных с известным временем начала инсульта нарушение ритма сердца было в 49% (n=244) случаев. Оральные антикоагулянты – антагонисты Ха-фактора принимали 15,4% (n=8) пациентов в группе WUS, а в группе non-WUS непрямые оральные антикоагулянты постоянно принимали 20,1% (n=100) пациентов. Предоперационная оценка показала, что большинство пациентов WUS характеризовались тяжелым либо крайне тяжелым неврологическим дефицитом (NIHSS от 16 до 21 балла отмечали в 26,9% случаев (n=14), более 21 балла – в 32,7% случаев (n=17)) (рис. 1). В группе больных non-WUS неврологический дефицит более 16 баллов наблюдался в 69,1% случаев (n=344).

Доля случаев инсульта в бассейне кровоснабжения средней мозговой артерии (СМА) в группах WUS и non-WUS составила по 80%. Неврологический дефицит средней степени

тяжести (от 5 до 15 баллов) в группе WUS выявлен в 23,1% (n=12) случаев.

Изменения в зоне кровоснабжения СМА с исходным ASPECTS 10 баллов в группе WUS встречались в 53,8% случаев (n=28), 8–9 баллов – в 23,1% случаев (n=12), 6–7 баллов – в 17,3% случаев (n=9), менее 5 баллов – в 5,8% случаях (n=3) (рис. 2). У пациентов с non-WUS ASPECTS менее 6 баллов определялся в 1,2% случаев (n=6). Компьютерная томография с перфузией головного мозга выполнена у 80,8% пациентов (n=42) группы WUS. Мы выделили категорию инсульта с большим объемом поражения. В группе WUS большой очаг инсульта выявлен у 23,1% пациентов (n=12), а аналогичный показатель в группе non-WUS составил 17,1% (n=85).

Магнитно-резонансная томография была проведена 33 (63,5%) пациентам с WUS, при этом несоответствие изображений DWI и FLAIR выявлено в 16 (30,8%) случаях. У 15 (28,8%) пациентов результат исследования был определен как совпадение DWI-FLAIR. У 2 (3,8%) пациентов подобная интерпретация была сложной. У первого пациента обширные сливающиеся гиперинтенсивные изменения белого вещества на изображениях FLAIR совпали с изменениями DWI в той же области. Этот случай был классифицирован как совпадение DWI-FLAIR. У другого пациента с множественными транзиторными ишемическими атаками (ТИА) в течение предыдущих 24 ч были множественные небольшие (3–10 мм) поражения с положительным DWI. Некоторые из них, в основном самые крупные, также имели гиперинтенсивный сигнал на изображениях FLAIR в соответствующей области. Однако было невозможно определить, какое поражение ответственно за острые клинические симптомы. Этот пациент также был отнесен к группе совпадения DWI-FLAIR.

Оценка по NIHSS после тромбэктомии у пациентов с WUS показала статистически достоверное снижение медианы неврологического дефицита в динамике – с 16 [6,75–21,25] до 11 [14; 18,25] баллов (Z=–2,228, p=0,026) (рис. 3).

При этом отмечена статистически достоверная динамика в виде снижения неврологического дефицита у большей доли пациентов с WUS после лечения (рис. 4).

Статус mTICI после реперфузии среди пациентов с WUS на уровне mTICI 2b-3 выявлен

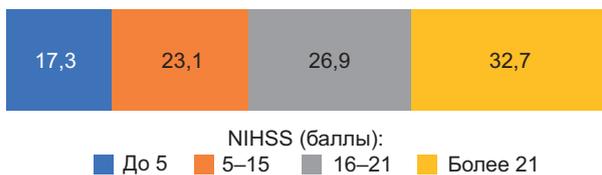


Рис. 1. Долевое соотношение пациентов с WUS (%) в зависимости от оценки предоперационного неврологического дефицита по шкале инсульта NIHSS

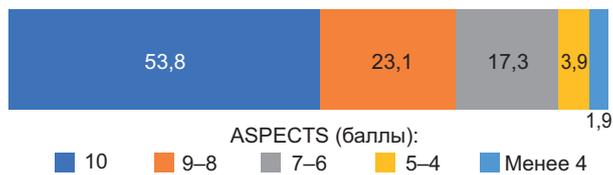


Рис. 2. Долевое соотношение пациентов с WUS (%) в зависимости от оценки ранних ишемических КТ-изменений в бассейне средней мозговой артерии по шкале ASPECTS

в 80,8% случаев, что достоверно не отличалась от восстановления кровотока у пациентов с non-WUS – 78% случаев ( $p < 0,05$ ) (рис. 5).

Геморрагическая трансформация среди пациентов с WUS была отмечена в 21,2% случаев ( $n = 11$ ), у пациентов с non-WUS – в 27,1% случаев ( $n = 135$ ).

Удовлетворительные функциональные клинические исходы в группах WUS и non-WUS по шкале mRS при 30-дневной оценке на уровне 0–2 выявлены в 23,1% в группе WUS и 24,4% – в группе non-WUS; на уровне 0–3 – в 35,6% случаев в группе WUS и 39,9% – в группе non-WUS (рис. 6).

Тридцатидневная летальность среди пациентов с WUS составила 28%, среди пациентов с non-WUS – 24%. Другие неудовлетворительные исходы с суммарной оценкой по шкале mRS 4–5 баллов в группах составили 36,6 и 36% соответственно.

Медианный показатель по mRS в группе пациентов с WUS составил 4,8 [2,15; 5,6] балла, в группе пациентов с non-WUS – 4,3 [2,1; 5,2]

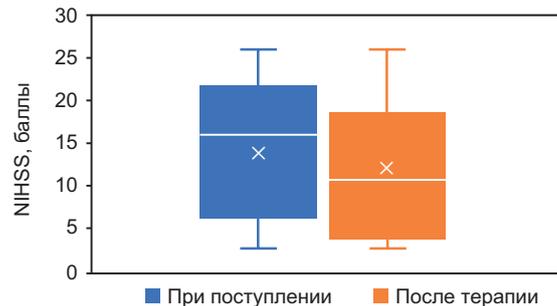


Рис. 3. Динамика неврологического дефицита до и после лечения у пациентов с WUS

балла и не имел статистически достоверной разницы между группами ( $U = 12,2$ ,  $p = 0,35$ ).

**Клинический случай.** Пациентка С., 83 года. Последний контакт с больной был ~360 мин назад, NIHSS – 27 баллов, ASPECTS – 10 баллов, mRS – 5 баллов. По данным компьютерной томографии с контрастным усилением, в артериальную фазу выявлена окклюзия терминальной части проксимального сегмента

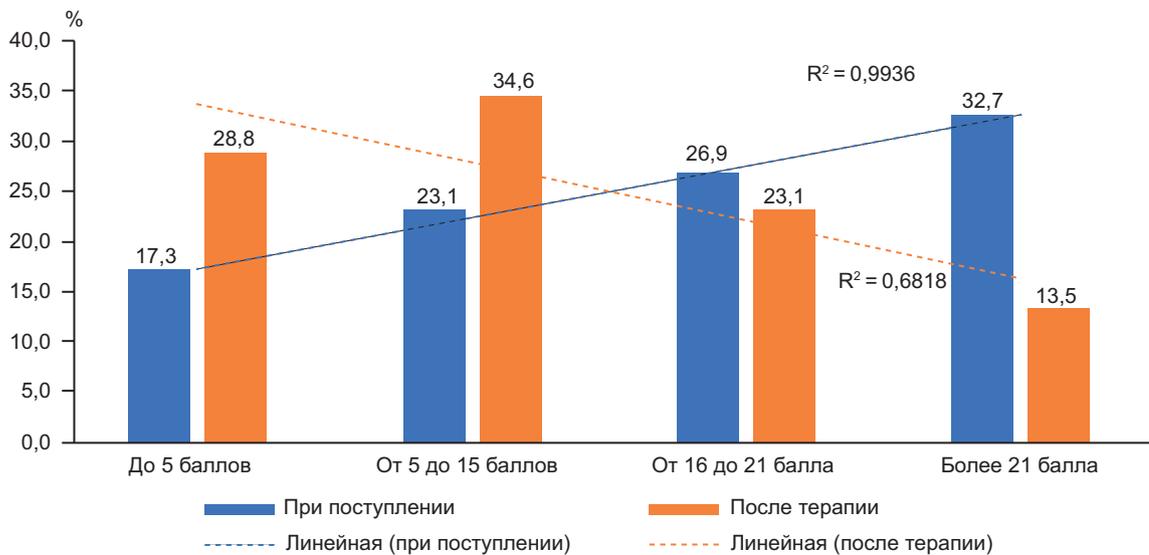


Рис. 4. Долевое соотношение пациентов с WUS (%) в зависимости от тяжести неврологического дефицита по шкале инсульта NIHSS (баллы) до и после лечения

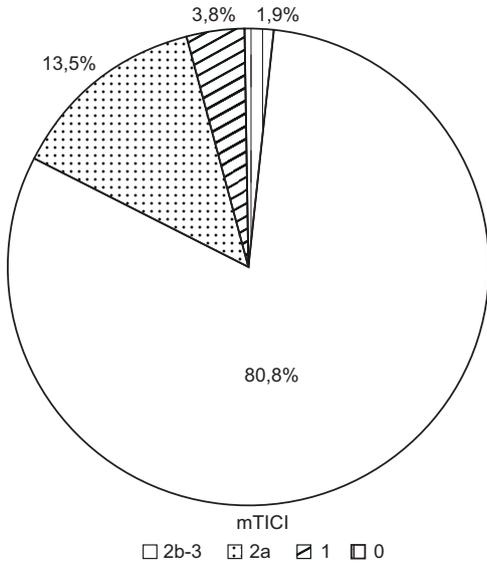


Рис. 5. Долевое соотношение пациентов с WUS в зависимости от реперфузии mTICI после лечения

правой средней мозговой артерии (рис. 7, а, б). На перфузионной карте визуализируется обширный очаг (красная и желтая области) – 69,8 мл, зона полутени (только желтая область) – 45,01 мл, зона несоответствия – 1,64 (рис. 7, в).

После выполнения магнитно-резонансной томографии, в режиме DWI – острый формирующийся очаг сниженной диффузии в правом полушарии головного мозга, а в режиме FLAIR – минимальные проявления в проекции островковой зоны справа (рис. 8).

Несоответствие DWI-FLAIR свидетельствует о наиболее вероятном начале инсульта менее 4,5 ч назад. На основании решения консилиума пациентке была выполнена эндоваскулярная тромбэктомия, со снижением неврологического дефицита непосредственно после операции до 18 баллов, а через 12 ч –

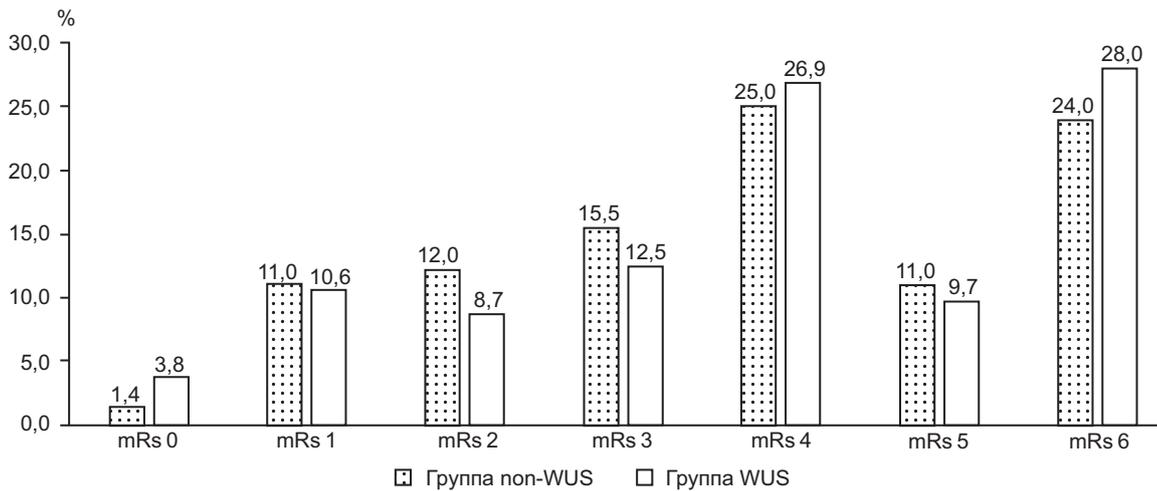


Рис. 6. Долевое соотношение пациентов в группах WUS и non-WUS в зависимости от функционального состояния по шкале mRs (баллы) через 30 дней после терапии

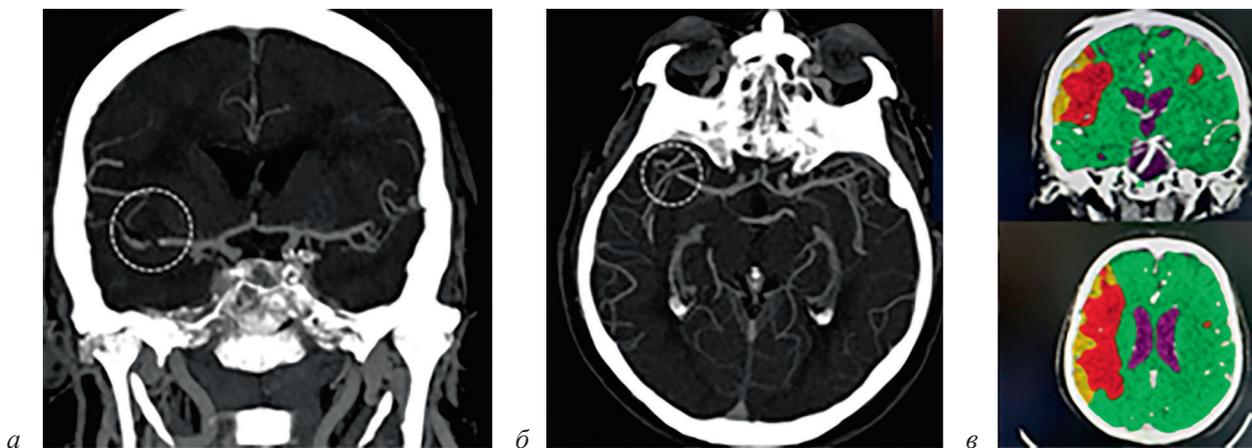


Рис. 7. Компьютерная томография с перфузией головного мозга (пояснение в тексте). Зона окклюзии обозначена окружностью

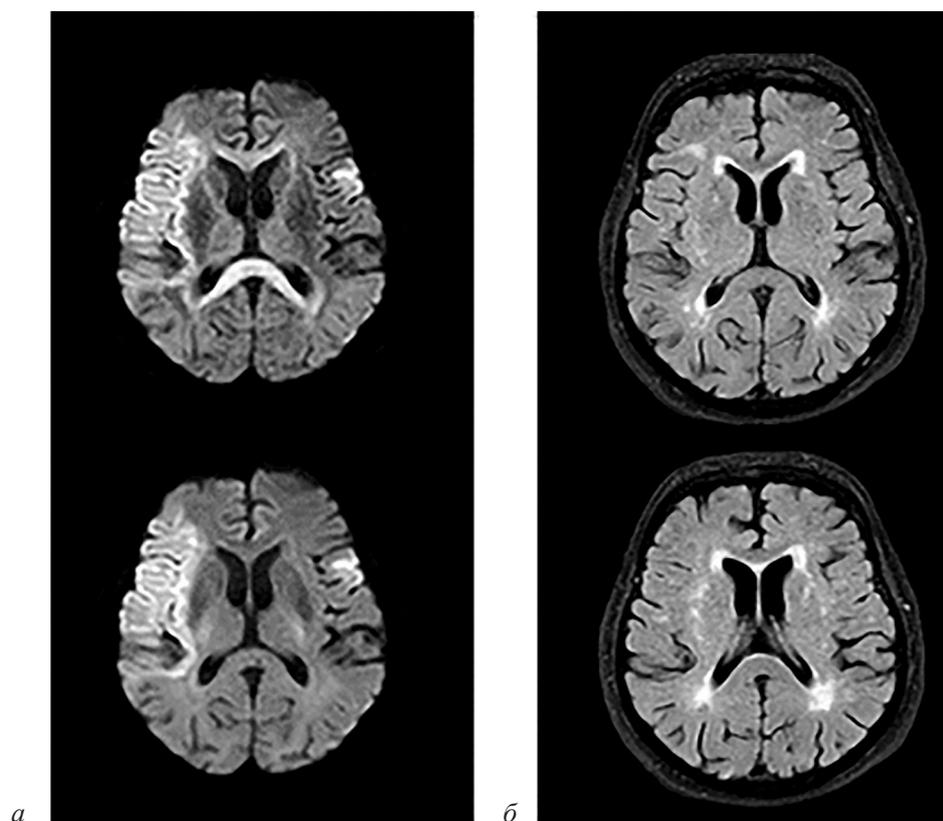


Рис. 8. МРТ в режиме DWI (а), FLAIR (б)

до 12 баллов по шкале NIHSS. Через 7 сут пациентка переведена в отделение реабилитации с оценкой по mRs 3 балла.

### Обсуждение

По результатам исследования продемонстрировано статистически достоверное снижение неврологического дефицита у большей части пациентов как с WUS, так и с non-WUS после успешной внутрисосудистой тромбэктомии из окклюзированной церебральной артерии. Краткосрочные результаты в соответствии с оценкой по шкале mRs при выписке (до 30 сут) и 30-дневной летальности между группами WUS и non-WUS не показали статистических различий. Но стоит отметить, что полученный показатель летальности сопоставим с эталонными исследованиями эффективности тромбэктомии при ишемическом инсульте с известным временем начала. Также не было выявлено значимых расхождений в сравниваемых группах по числу пациентов, имеющих выраженный остаточный неврологический дефицит, не позволяющий самостоятельно себя обслуживать (36,6 и 36% соответственно).

Полученные нами результаты согласуются с исследованиями других авторов, в которых

показано, что внедрение концепции несоответствия DWI-FLAIR позволяет рассматривать большинство пациентов с WUS в рамках терапевтического окна 4,5 ч. Так, в исследовании G. Thomalla et al. различие DWI-FLAIR позволило выявить пациентов в течение 4,5 ч после появления симптомов с положительным прогностическим значением 0,83, чувствительностью 0,62 и специфичностью 0,78. Однако стоит отметить, что большой размер поражения на FLAIR рассматривался как фактор, снижающий эффективность от реперфузионной терапии, что тоже согласуется с данными других авторов [9]. Такое поражение соотносилось с неблагоприятной в отношении функционального исхода оценкой ASPECTS менее 8 баллов у этих пациентов и исходно большим неврологическим дефицитом. По нашим данным, таким пороговым значением был NIHSS 25 баллов и более в начальном периоде острейшей фазы ишемического инсульта, что также являлось предиктором негативного результата реперфузионной терапии. Данное утверждение не исключало необходимости проведения ТЛТ и/или эндоваскулярной тромбэктомии в соответствии с действующими рекомендациями, хотя и было сопряжено с риском неблагоприятного исхода [10, 11].

Чтобы выбрать пациента для лечения острого инсульта с помощью реперфузионной терапии, нейровизуализация при остром ишемическом инсульте должна точно установить наличие ткани головного мозга, которую можно спасти. Это достигается путем оценки размеров очагов поражения ядра и полутени, что обычно учитывается у пациентов с инсультом в сознании, которым требуется неотложное лечение.

В настоящем исследовании проведение МРТ головного мозга дало возможность выявить когорту пациентов с развитием ишемии во временных рамках менее 4,5 ч (DWI-режим показал наличие ишемии, а FLAIR при этом не выявил нарушений в мозговых структурах у 30,7% больных с WUS). Таким образом, МРТ или КТ-перфузионное исследование может быть лучшим методом для расширения временного окна и среди пациентов с WUS, большая часть которых, следовательно, может иметь благоприятный прогноз.

### Заключение

По результатам нашего исследования, у пациентов с инсультом пробуждения проведение компьютерной томографии с перфузией головного мозга позволяет идентифицировать пациентов с окклюзией крупной интракраниальной артерии, у которых имеется обширная зона ишемии мозга с небольшим очагом инфаркта и которым возможно выполнение эндоваскулярной тромбэктомии в течение 24 ч от начала симптомов. Проведение магнитно-резонансной томографии с определением несоответствия DWI-FLAIR предоставляет важную информацию о сроках развития ишемии. Около 30% WUS, развившихся вследствие окклюзии крупной интракраниальной артерии, согласно МРТ, могут соответствовать критериям развития ишемии во временных рамках 4,5-часового окна. Эта тактика может дополнительно способствовать лучшему отбору пациентов, получающих пользу от ТЛТ и/или эндоваскулярной тромбэктомии с вероятностью более благоприятного исхода.

Компьютерная томография с перфузией головного мозга также позволяет выделить пациентов с инсультом пробуждения длительностью менее 24 ч, у которых имеется небольшая область инфаркта и может быть по-

лезна экстренная тромбэктомия. Тактика дополнения компьютерной томографии с перфузией головного мозга магнитно-резонансной томографией может также способствовать лучшему отбору пациентов для выполнения ТЛТ и/или эндоваскулярной тромбэктомии у пациентов с инсультом с известным временем начала.

Механическая реперфузия является эффективным методом лечения пациентов с WUS, а функциональные клинические исходы реперфузионной терапии WUS не имеют каких-либо значимых отличий от терапии при non-WUS.

Необходимы дальнейшие клинические исследования для определения роли нейровизуализации в целесообразности проведения ТЛТ и/или эндоваскулярной тромбэктомии при WUS, а также безопасности и эффективности тромболитической терапии у пациентов с WUS, отобранных по несоответствию DWI-FLAIR.

### Литература/References

1. Biggs D., Silverman M.E., Chen F., Walsh B., Wynne P. How should we treat patients who wake up with a stroke? A review of recent advances in management of acute ischemic stroke. *Am. J. Emerg. Med.* 2019; 37 (5): 954–959. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.02.010
2. Mackey J., Kleindorfer D., Sucharew H., Moomaw C.J., Kissela B.M., Alwell K. et al. Population-based study of wake-up strokes. *Neurology.* 2011; 76 (19): 1662–1667. DOI: 10.1212/WNL.0b013e318219fb30
3. Silva G.S., Lima F.O., Camargo E.C., Smith W.S., Singhal A.B., Greer D.M. et al. Wake-up stroke: clinical and neuroimaging characteristics. *Cerebrovasc. Dis.* 2010; 29: 336–342.
4. Zhang Y.L., Zhang J.F., Wang X.X., Wang Y., Anderson C.S., Wu Y.C. Wake-up stroke: imaging-based diagnosis and recanalization therapy. *J. Neurol.* 2021; 268 (11): 4002–4012. DOI: 10.1007/s00415-020-10055-7
5. Scheldeman L., Wouters A., Boutitie F., Dupont P., Christensen S., Cheng B. et al. Different mismatch concepts for magnetic resonance imaging-guided thrombolysis in unknown onset stroke. *Ann. Neurol.* 2020; 87 (6): 931–938. DOI: 10.1002/ana.25730
6. Carlo Asa Di. Emerging evidence for diagnosis and treatment of wake up stroke patients. 2023. <https://digitalcommons.georgefox.edu/dmsc/29>
7. Андропова П.Л., Гаврилов П.В., Савинцева Ж.И. Шкала ASPECTS: межэкспертное соглашение при использовании врачами-рентгенологами. *Лучевая диагностика и терапия.* 2022; 13 (1): 7–13. DOI: 10.22328/2079-5343-2022-13-1-7-13  
Andropova P.L., Gavrilov P.V., Savintseva J.I. ASPECTS scale: interexpert agreement in the use by radiologists.

- Radiation Diagnostics and Therapy*. 2022; 13 (1): 7–13 (in Russ.). DOI: 10.22328/2079-5343-2022-13-1-7-13
8. Всероссийское общество неврологов, Ассоциация нейрохирургов России, МОО «Объединение нейроанестезиологов и нейрореаниматологов», Союз реабилитологов России. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака. Клинические рекомендации. 2024. All-Russian Society of Neurologists, Association of Neurosurgeons of Russia, Association of Neuroanesthesiologists and Neuroresuscitators, Union Rehabilitation Therapists of Russia. Ischemic stroke and transient ischemic attack. Clinical guidelines. 2024 (in Russ.).
  9. Thomalla G., Simonsen C.Z., Botitie F., Andersen G., Berthezene Y., Cheng B. MRI-guided thrombolysis for stroke with unknown time of onset. *N. Engl. J. Med.* 2018; 379 (7): 611–622. DOI: 10.1056/NEJMoa1804355
  10. Сенько К., Федулов А. Предикторы трехмесячного функционального исхода системной тромболитической терапии при инфаркте головного мозга. *Наука и инновации*. 2022; 3: 77–83. DOI: 10.29235/1818-9857-2022-3-77-83
  - Senko K., Fedulov A. Predictors of three-month functional outcome of systemic thrombolytic therapy for cerebral infarction. *Science and Innovations*. 2022; 3: 77–83 (in Russ.). DOI: 10.29235/1818-9857-2022-3-77-83
  11. Кулеш А.А., Дробаха В.Е., Кайлева Н.А., Сыромятникова Л.И., Голосова Ю.А., Шестаков В.В. Возможности перфузионной шкалы ASPECTS в прогнозировании эффективности внутривенной тромболитической терапии. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2017; 9 (3): 10–17. DOI: 10.14412/2074-2711-2017-3-10-17
  - Kulesh A.A., Drobakha V.E., Kayleva N.A., Syromyatnikova L.I., Golosova Yu.A., Shestakov V.V. Possibilities of ASPECTS perfusion scale in predicting the efficacy of intravenous thrombolytic therapy. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2017; 9 (3): 10–17 (in Russ.). DOI: 10.14412/2074-2711-2017-3-10-17

*Клинические наблюдения*

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.12-089.819.1

**Имплантация биорезорбируемых стентов нового поколения под контролем внутрисосудистой визуализации***Д.К. Васильев, Н.А. Араблинский* ✉, *Ф.Б. Шукуров, Д.А. Фещенко, М.Т. Талиуридзе, А.С. Шаноян, О.М. Драпкина*

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

**Васильев Дмитрий Константинович**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, руководитель отдела рентгенэндоваскулярной и сердечно-сосудистой хирургии им. проф. В.П. Мазаева; orcid.org/0000-0002-3905-735X✉ **Араблинский Никита Александрович**, мл. науч. сотр., врач-кардиолог, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-7294-7274, e-mail: nekit1868@yandex.ru**Шукуров Фирдавс Баходурович**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., руководитель лаборатории интервенционной радиологии, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-7307-1502**Фещенко Дарья Анатольевна**, мл. науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, заведующая операционным блоком; orcid.org/0000-0003-3851-4544**Талиуридзе Марьям Темуровна**, мл. науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-5341-6275**Шаноян Артём Серикович**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0003-3119-6758**Драпкина Оксана Михайловна**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор; orcid.org/0000-0002-4453-8430**Резюме**

Имплантация металлического стента с лекарственным покрытием в область гемодинамически значимого поражения коронарной артерии – «золотой стандарт» лечения ишемической болезни сердца. Несмотря на преимущества данной методики, наличие ригидного металлического каркаса в артерии сопряжено с нарушением биомеханики сосудистого русла и неоинтимальной пролиферацией в ответ на чужеродный материал. Данные процессы приводят к рестенозу и/или позднему тромбозу стента и, как следствие, возобновлению клинической симптоматики ишемической болезни сердца. Имплантация биорезорбируемых стентов – один из вариантов решения вышеназванных проблем. Эта методика уже имеет доказательную базу и все шире внедряется в рутинную клиническую практику в определенных группах пациентов при соблюдении технических особенностей процедуры имплантации. В статье представлены два клинических случая по имплантации биорезорбируемых стентов в различные типы поражения коронарных артерий, с контрольным визитом через 12 мес и проведением как ангиографической, так и внутрисосудистой оценки проходимости целевой артерии.

**Ключевые слова:** чрескожное коронарное вмешательство, клинический случай, ишемическая болезнь сердца, внутрисосудистая визуализация, биорезорбируемый стент, биорезорбируемый скаффолд

**Для цитирования:** Васильев Д.К., Араблинский Н.А., Шукуров Ф.Б., Фещенко Д.А., Талиуридзе М.Т., Шаноян А.С., Драпкина О.М. Имплантация биорезорбируемых стентов нового поколения под контролем внутрисосудистой визуализации. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 347–356. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-347-356

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 18.07.2025  
Принята к печати 28.08.2025

**Implantation of next-generation bioresorbable stents under intravascular imaging guidance***D.K. Vasiliev, N.A. Arablinskiy* ✉, *F.B. Shukurov, D.A. Feshchenko, M.T. Taliuridze, A.S. Shanoyan, O.M. Drapkina*

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

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

✉ **Nikita A. Arablinskiy**, Junior Researcher, Cardiologist, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7294-7274, e-mail: nekit1868@yandex.ru

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

**Darya A. Feshchenko**, Junior Researcher, Endovascular Surgeon, Head of the Operating Unit; orcid.org/0000-0003-3851-4544

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

**Artem S. Shanoyan**, Cand. Med. Sci., Head of the Department of X-ray Surgical Diagnostic and Treatment Methods, Endovascular Surgeon, Cardiologist; orcid.org/0000-0003-3119-6758

**Oksana M. Drapkina**, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Director; orcid.org/0000-0002-4453-8430

### Abstract

Implantation of a drug-eluting metal stent into a hemodynamically significant coronary artery lesion is the gold standard for the treatment of coronary artery disease. Despite the advantages of this technique, the presence of a rigid metal scaffold in the artery is associated with disruption of vascular biomechanics and neointimal proliferation in response to the foreign material. These processes lead to restenosis and/or late stent thrombosis, and, consequently, to the recurrence of clinical symptoms of coronary artery disease. Implantation of bioresorbable stents is one solution to these problems. This technique is already evidence-based and is increasingly being implemented into routine clinical practice in certain patient groups, subject to the technical specifications of the implantation procedure. This article presents a clinical cases involving the implantation of bioresorbable stents in various coronary artery lesions, with a 12-month follow-up visit and both angiographic and intravascular assessment of target artery patency.

**Keywords:** percutaneous coronary intervention, clinical case, coronary artery disease, intravascular imaging, bioresorbable stent, bioresorbable scaffold

**For citation:** Vasiliev D.K., Arablinskiy N.A., Shukurov F.B., Feshchenko D.A., Taliuridze M.T., Shanoyan A.S., Drapkina O.M. Implantation of next-generation bioresorbable stents under intravascular imaging guidance. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 347–356 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-347-356

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

Received July 18, 2025  
Accepted August 28, 2025

## Введение

Имплантация стента с лекарственным покрытием (СЛП) при проведении чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) является методом выбора независимо от клинической картины ишемической болезни сердца, типа атеросклеротической бляшки и принимаемой пациентом медикаментозной терапии [1]. Однако, несмотря на все преимущества СЛП, наличие металлизированного участка в артерии нарушает ее вазомоторику и биомеханику [2]. Кроме того, травма эндотелия во время имплантации СЛП с последующим вялотекущим воспалением в месте имплантации может привести к неоинтимальной гиперплазии и неоатеросклерозу, что повлечет рестеноз и ухудшение долгосрочной проходимости стентированного участка [3, 4].

Решением данных проблем является выполнение ЧКВ без имплантации СЛП – концепция «ЧКВ без металла» (англ. metal-free PCI), которая привлекает всё большее внимание в странах с большим количеством прово-

димых ЧКВ в год [5, 6]. К методам лечения в рамках данной концепции в коронарных артериях (КА) можно отнести использование биодеградируемых скаффолдов / биорезорбируемых стентов (БРС) и баллонов с лекарственным покрытием. Конструктивно платформа БРС представляет собой биодеградируемый каркас из соединений молочной кислоты или магния [7]. Со временем каркас БРС постепенно разлагается до олиго- и мономеров, которые полностью метаболизируются в организме. Аналогично СЛП каркас БРС покрыт лекарственным покрытием на основе цитостатика, который препятствует неоинтимальной пролиферации и рестенозу. Таким образом, БРС обеспечивают сходный с СЛП функционал при лечении стенозирующих поражений КА: реваскуляризацию пораженного сегмента за счет восстановления просвета и долгосрочную поддержку проходимости целевой КА.

Биорезорбируемые стенты имеют ряд преимуществ: практически отсутствует отрицательное ремоделирование КА, что критически важно при необходимости повторного ЧКВ

с имплантацией СЛП или БРС; за счет постепенной резорбции в стентированном участке восстанавливается пульсовая вазомоторная активность; скаффолд биосовместим и не вызывает хронического воспаления в месте имплантации; потенциально могут быть снижены сроки двойной антиагрегантной терапии (ДАТ), что критически важно при наличии у пациента склонности к геморрагическим осложнениям; БРС также могут быть использованы при наличии аллергических реакций на металл, который содержится в СЛП. Кроме того, использование скаффолда за счет его постепенной резорбции способно освободить реваскуляризованный участок для анастомоза при последующем аортокоронарном шунтировании в случае его необходимости.

Первые результаты имплантации БРС при ЧКВ выявили ряд технологических и перипроцедурных недостатков, которые были решены на новом технологическом витке как за счет улучшения платформы БРС (уменьшение толщины балки, улучшение дизайна решетки, упрощенный режим хранения, широкий размерный ряд, дополнительные рентген-позитивные метки), так и за счет широкого использования методов внутрисосудистой визуализации (ВСВ) для интраоперационного контроля ЧКВ. Основываясь на современных данных, применение БРС оправданно у молодых пациентов с высокой ожидаемой продолжительностью жизни при лечении стенотических поражений КА диаметром более 2,5 мм типа А и В, а также при наличии у пациента сахарного диабета (СД), необходимости укороченных сроков ДАТ, наличии аллергии

на металл и избегании полной «металлизации артерии» в рамках комбинированного подхода (СЛП+БРС). Имплантация БРС обязательно должна осуществляться под контролем ВСВ с предварительной адекватной подготовкой зоны имплантации и постдилатации для достижения максимальной аппозиции [8].

Ниже представлены два клинических случая по имплантации БРС нового поколения под контролем ВСВ в ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России.

Все рисунки, представленные в рукописи, не заимствованы из других источников, инструментальные методы обследования выполнены в условиях стационара НМИЦ ТПМ. Получено информированное согласие пациентов на публикацию их данных.

### Описание случая 1

Пациент Ж., 56 лет, был госпитализирован в отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения НМИЦ ТПМ в июле 2024 г. с клинической картиной стенокардии напряжения III ФК. Из анамнеза заболевания известно: до 2023 г. за медицинской помощью не обращался, дебют клиники стенокардии в 2023 г., с постепенным прогрессированием. В марте 2024 г. выполнена нагрузочная проба (велоэргометрия), с положительным результатом по передней стенке, рекомендована плановая госпитализация в стационар для проведения коронароангиографии (КАГ). Анамнез жизни пациента не отягощен, пациент не курит и не курил, значимой сопутствующей патологии не отмечалось. По дан-

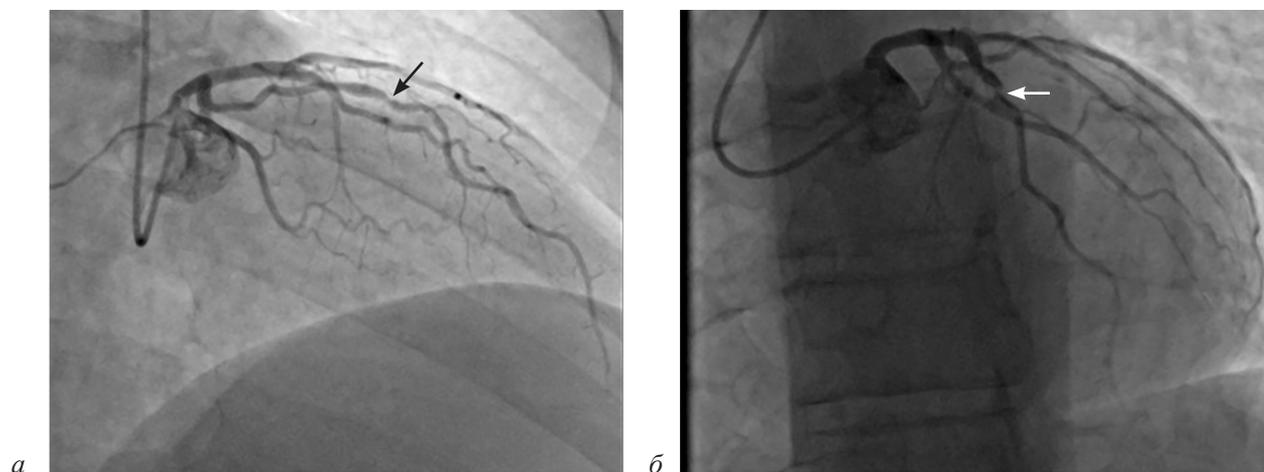


Рис. 1. Исходные данные КАГ системы левой КА пациента Ж. (а, б). 80% стеноз среднего сегмента ПМЖВ указан стрелками

ным эхокардиографии (ЭхоКГ): значимой клапанной и структурной патологии камер сердца не отмечено, глобальная и локальная сократительная способность не нарушена. На момент госпитализации пациент постоянно принимал ацетилсалициловую кислоту (АСК) 100 мг/сут, аторвастатин 40 мг/сут, бисопролол 2,5 мг/сут.

По данным КАГ, выполненной через правый лучевой доступ: правый тип коронарного кровообращения, в среднем сегменте передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) – локальный 80% стеноз (рис. 1), остальные КА и их ветви интактны. Под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) (рис. 2) выполнена баллонная пре-

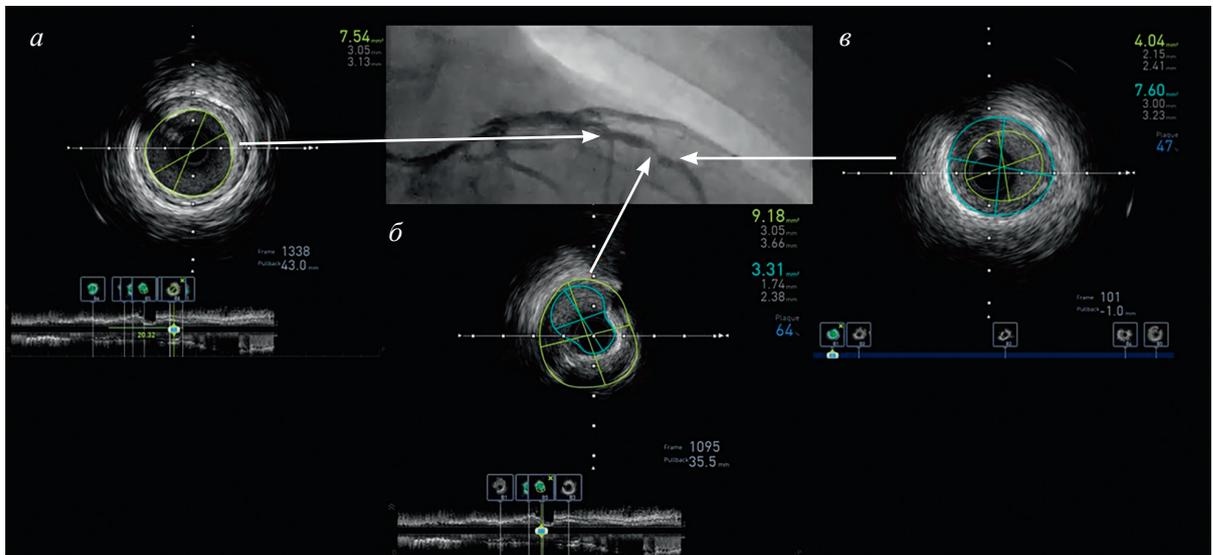


Рис. 2. Исходные данные ВСУЗИ пациента Ж.:

*a* – проксимальный неизмененный участок; *б* – зона максимального стенозирования; *в* – дистальный референсный участок (диаметр 3,25 мм)

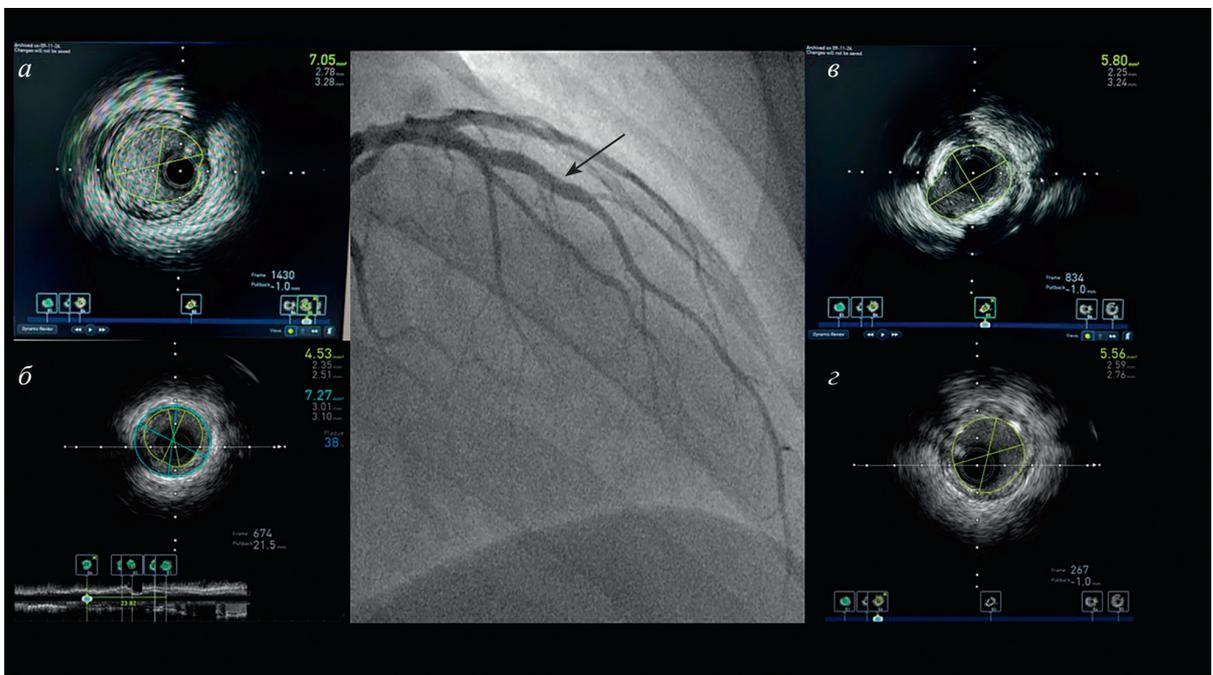


Рис. 3. Финальные КАГ (в центре) и ВСУЗИ пациента Ж. Стрелкой отмечен БРС:

*a* – проксимальный референсный участок ПМЖВ; *б* – аппозиция БРС в проксимальном участке; *в* – аппозиция БРС в участке с максимальным кальцинозом; *г* – аппозиция БРС в дистальном участке

дилатация зоны поражения некомплаентным (NC) баллонным катетером  $3,25 \times 20$  мм. В область остаточного стеноза имплантирован БРС  $3,25 \times 24$  мм. Выполнена постдилатация БРС баллонным катетером NC  $3,25 \times 20$  мм. Финальные ангиограммы и ВСУЗИ представлены на рисунке 3. Пациент выписан из стационара на 3-и сутки на медикаментозной терапии: АСК 100 мг/сут, клопидогрел 75 мг/сут в течение 12 мес, аторвастатин 80 мг/сут, бисопролол 2,5 мг/сут, пантопразол 40 мг/сут.

Пациент был приглашен на повторную госпитализацию в мае 2025 г. После выписки отметил полный регресс клиники стенокардии напряжения; крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий за время наблюдения не произошло. По данным ЭхоКГ – без отрицательной динамики. По данным КАГ, выполненной через правый лучевой доступ: ранее имплантированный БРС в среднем сегменте ПМЖВ – без признаков тромбоза, с признаками 20% рестеноза. Пациенту была выполнена оптическая когерентная томография (ОКТ), результаты которой представлены на рисунке 4. По результатам ОКТ, максимальная степень рестеноза отмечалась в участке с максимальным кальцинозом и составила 44%. При этом толщина балки БРС спустя

12 мес составила в среднем 90 мкм, что свидетельствует об активном процессе резорбции БРС. Учитывая отсутствие показаний к реваскуляризации миокарда, удовлетворительную проходимость ранее стентированного участка, пациент был выписан из стационара под наблюдение кардиолога по месту жительства.

## Описание случая 2

Пациент В., 49 лет, был госпитализирован в отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения НМИЦ ТПМ в июле 2024 г. с клинической картиной стенокардии напряжения III ФК. Из анамнеза заболевания известно: с 2021 г. установлен диагноз СД II типа, на фоне терапии дапаглифлозином и гликлазидом уровень гликированного гемоглобина на момент госпитализации – 8,7%. С 2023 г. – гипертоническая болезнь, на фоне терапии – контролируемая. 28.02.2024 г. без предшествующих ангинозных болей и/или одышки перенес острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST нижней локализации со снижением фракции выброса левого желудочка до 47%. По данным КАГ выявлены: острый тромбоз огибающей ветви (ОВ), стеноз правой коронарной артерии (ПКА) 90%.

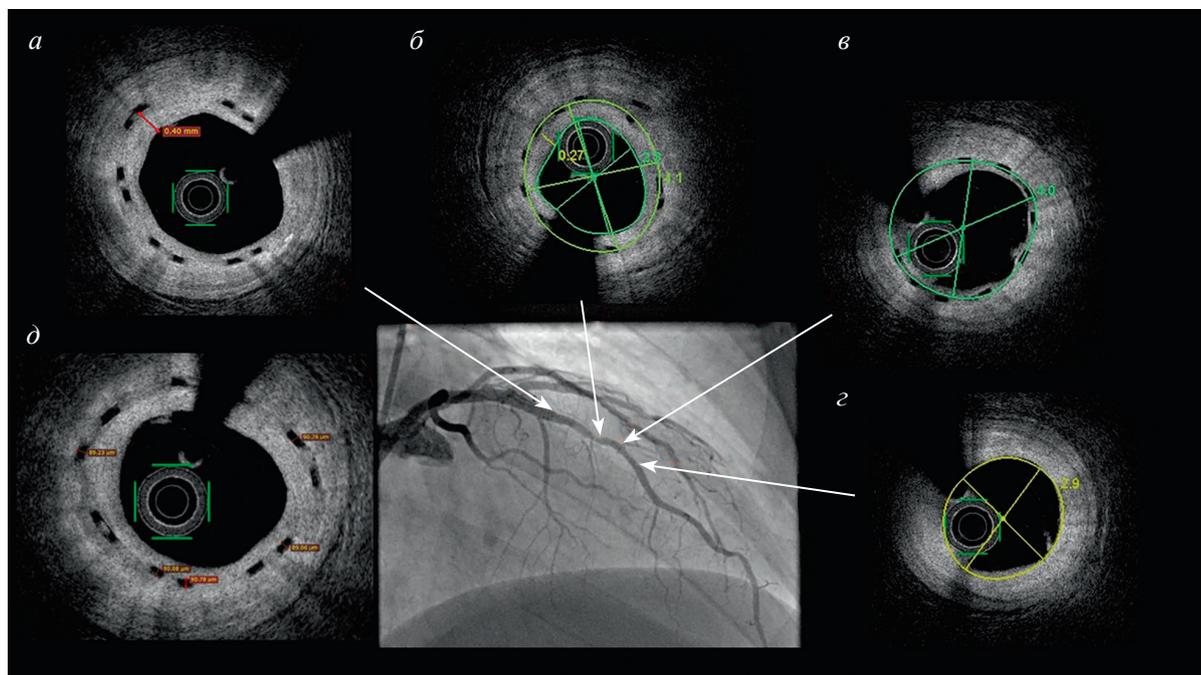


Рис. 4. Контрольные КАГ и ОКТ пациента Ж. через 12 мес:

*a* – БРС в проксимальном участке с максимальной гиперплазией неинтимы до 0,4 мм; *б* – зона максимального рестеноза в кальцинированном участке (44%); *в* – БРС в дистальном сегменте ПМЖВ; *г* – верхушечный сегмент ПМЖВ в нестентированной зоне; *д* – толщина балок БРС спустя 12 мес (89–90 мкм)

Проведена тромбэкстракция и стентирование ОВ СЛП. Пациент был выписан под наблюдение кардиолога по месту жительства и в динамике отмечал сохранение клиники стенокардии, в связи с чем, учитывая наличие значимого стеноза ПКА, была рекомендована плановая реваскуляризация миокарда в бассейне ПКА. Из анамнеза жизни известно: до 2024 г. пациент курил по 1 пачке сигарет в день на протяжении 35 лет. По данным ЭхоКГ значимой клапанной и структурной патологии камер сердца не отмечалось, глобальная и локальная сократительная способность не нарушена. На момент госпитализа-

ции постоянно принимал: ацетилсалициловую кислоту 100 мг/сут, тикагрелор 180 мг/сут, метопролола сукцинат 50 мг/сут, валсартан+сакубитрил 50 мг/сут, спиронолактон 25 мг/сут, аторвастатин 80 мг/сут, дапаглифлозин 10 мг/сут, гликлазид 60 мг/сут.

По результатам КАГ, выполненной через правый лучевой доступ, подтверждено диффузное поражение ПКА со стенозированием в среднем и дистальном сегментах до 90%. Гемодинамически значимого поражения в системе левой КА не выявлено, ранее имплантированный стент проходим, без признаков рестеноза и тромбоза (рис. 5). Под контролем

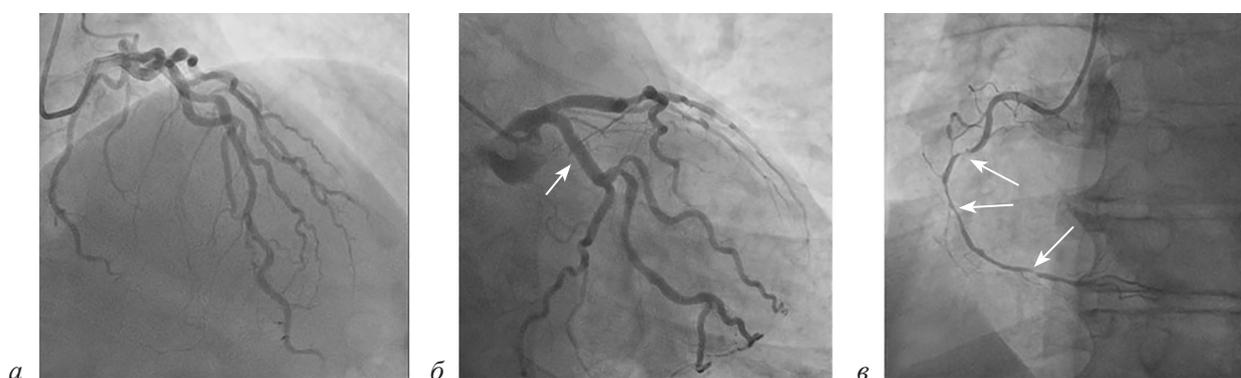


Рис. 5. Исходные данные КАГ пациента В.:

*a* – ЛМЖВ не изменена; *б* – ранее имплантированный стент в ОВ без признаков тромбоза и рестеноза (указан стрелкой); *в* – 90% протяженный стеноз ПКА (указан стрелками)

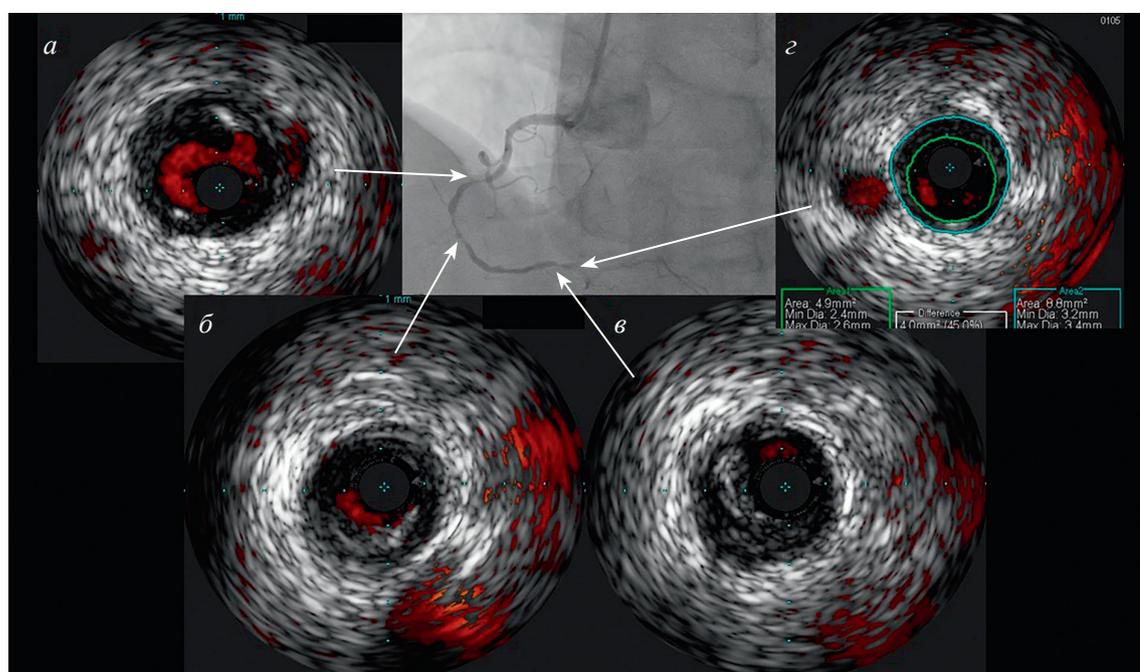


Рис. 6. Исходные данные ВСУЗИ пациента В. в режиме Chroma-flow:

*a, б* – просвет ПКА в среднем сегменте; *в* – просвет ПКА в дистальном сегменте; *г* – определение дистального референсного диаметра

ВСУЗИ (рис. 6) выполнена баллонная преддилатация многоуровневого поражения ПКА последовательно баллонными катетерами  $2 \times 20$  и  $2,5 \times 20$  мм. В область дистального поражения ПКА имплантирован БРС  $2,5 \times 24$  мм. Выполнена постдилатация БРС в дистальном сегменте ПКА баллонным катетером  $NC\ 2,75 \times 15$  мм. В область стенозов проксимального и среднего сегментов ПКА имплантиро-

ваны СЛП  $3 \times 48$  и  $4 \times 32$  мм соответственно. Выполнена постдилатация среднего сегмента ПКА баллонным катетером  $3,5 \times 15$  мм и проксимального сегмента ПКА – баллонным катетером  $NC\ 5 \times 12$  мм. На контрольной съемке получен хороший ангиографический результат (рис. 7), подтвержденный по данным ОКТ (рис. 8). Пациент в стабильном состоянии был переведен в отделение реанимации, далее

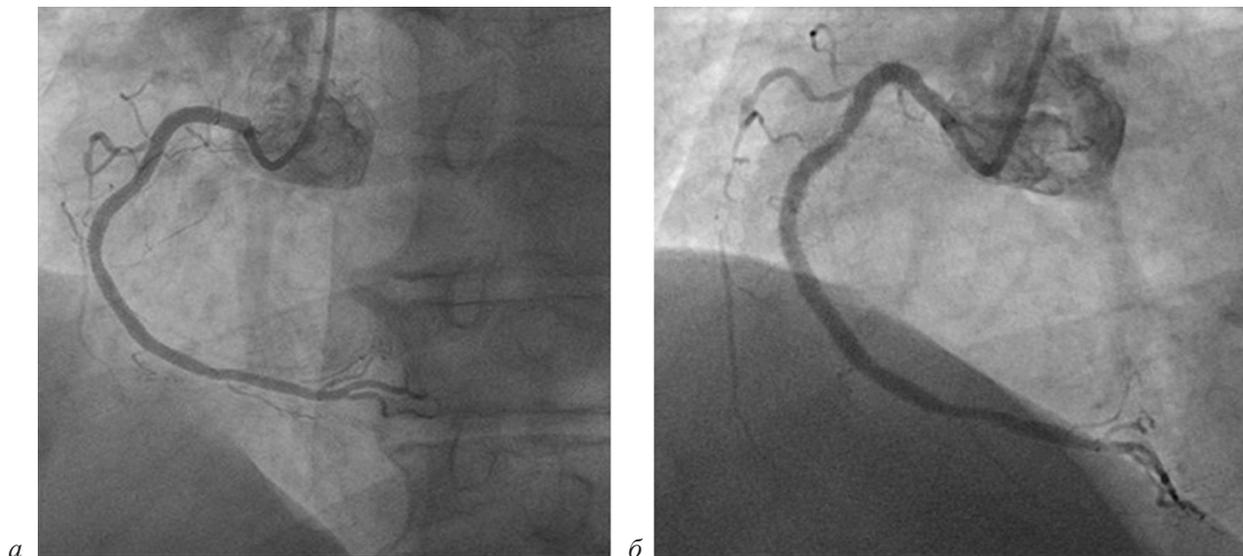


Рис. 7. Финальная ангиография пациента В. (а, б)

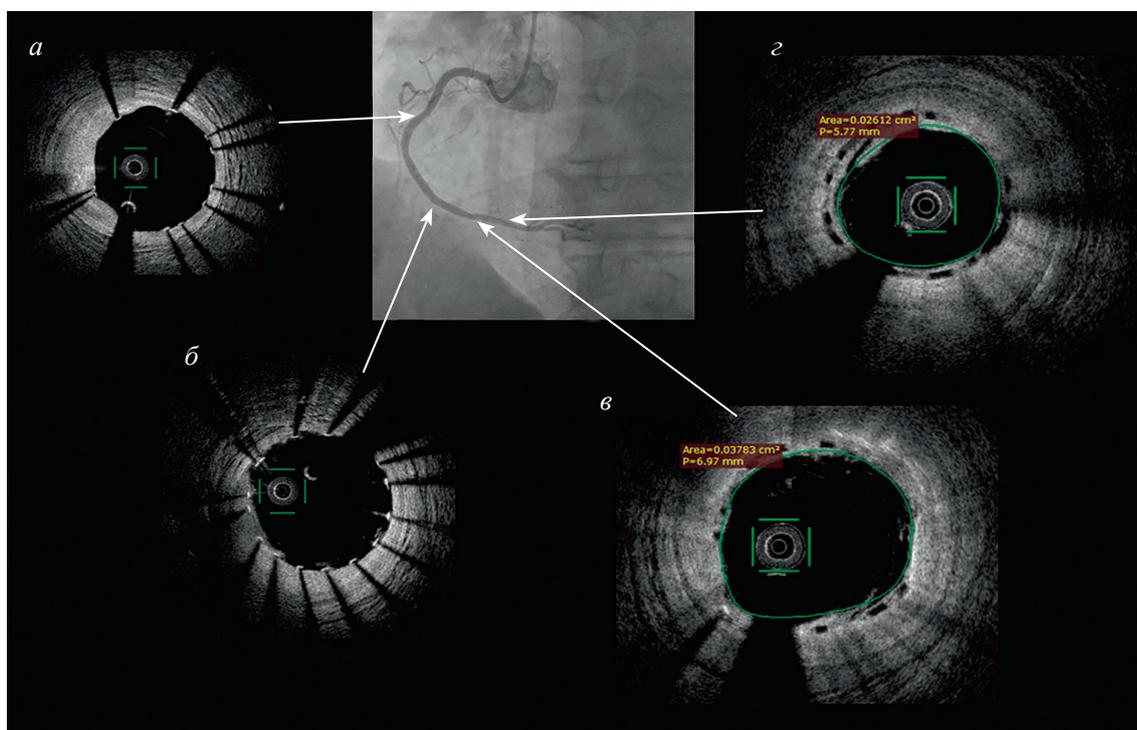


Рис. 8. Финальные КАГ и ОКТ пациента В.:

а, б – аппозиция СЛП в проксимальном и среднем сегментах; в – аппозиция БРС по проксимальному краю с площадью раскрытия; г – аппозиция БРС по дистальному краю с площадью раскрытия

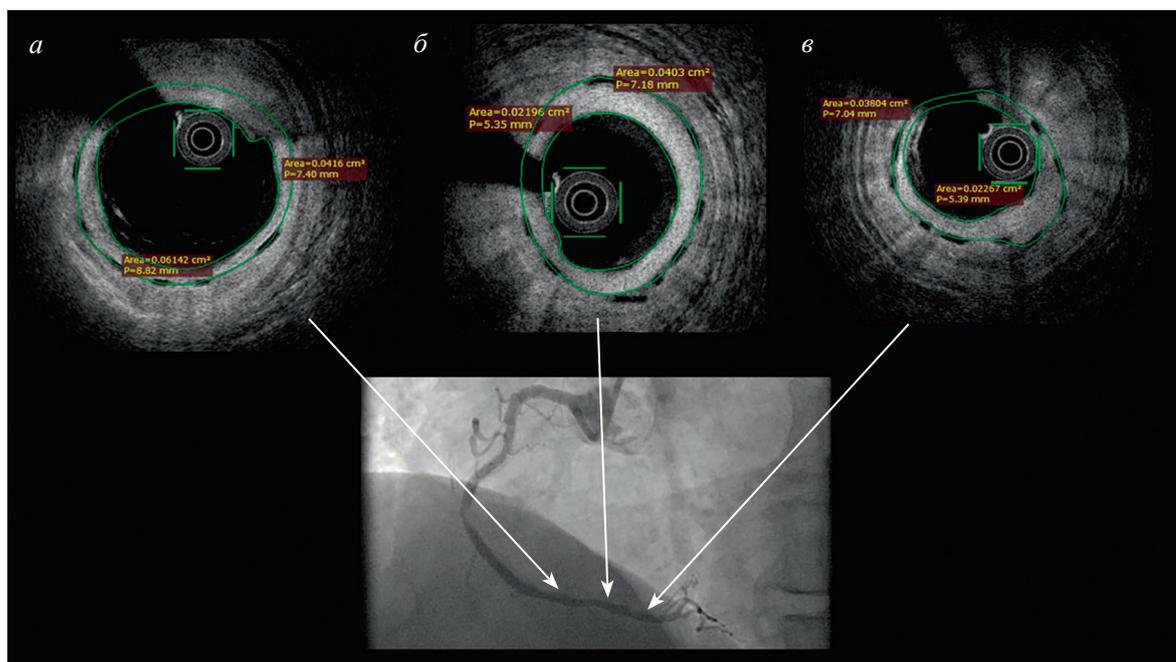


Рис. 9. Контрольная КАГ и ОКТ пациента В. через 12 мес:

*а* – БРС в проксимальном участке; *б* – зона максимального рестеноза в извитом участке ПКА (45%); *в* – БРС в дистальном сегменте ПКА

в палату отделения. Выписан из стационара на 2-е сутки на терапии: АСК 100 мг/сут, тикагрелор 180 мг/сут, метопролола сукцинат 50 мг/сут, валсартан 160 мг/сут, аторвастатин 80 мг/сут, эзетимиб 10 мг/сут, гликлазид 60 мг/сут, дапаглифлозин 10 мг/сут, пантопразол 40 мг/сут.

В мае 2025 г. пациент был приглашен на повторную госпитализацию. После выписки отметил полный регресс клиники стенокардии напряжения; крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий за время наблюдения не произошло. По данным ЭхоКГ – без отрицательной динамики. По данным КАГ, выполненной через правый лучевой доступ: ранее имплантированный БРС в дистальном сегменте ПКА без признаков тромбоза, с признаками 40% рестеноза. Пациенту была проведена ОКТ, результаты которой представлены на рисунке 9. По данным ОКТ, максимальная степень рестеноза отмечалась в участке с изгибом дистального сегмента ПКА и составила 45%. При этом толщина балки БРС спустя 12 мес составила также 92 мкм (рис. 10). Учитывая отсутствие показаний к реваскуляризации миокарда, удовлетворительную проходимость ранее стентированного участка, пациент был выписан под наблюдение кардиолога по месту жительства.

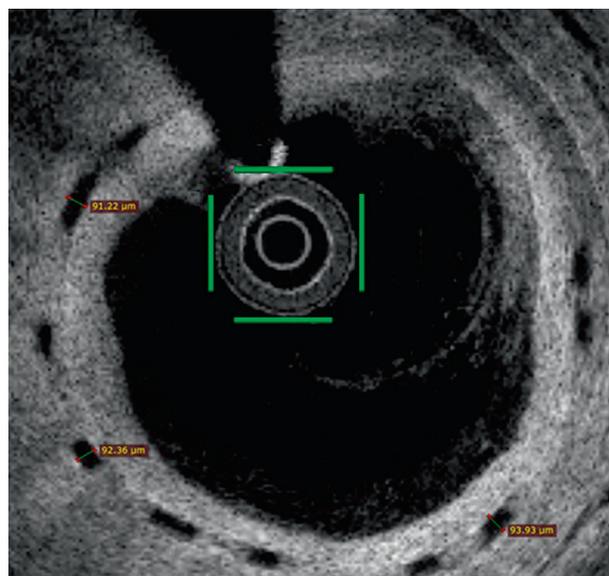


Рис. 10. Контрольная ОКТ пациента В. через 12 мес

## Обсуждение

Представлены два клинических случая использования БРС у разных пациентов в диаметрально противоположных типах поражений. В первом случае БРС был имплантирован пациенту без значимой сопутствующей патологии в локальное поражение типа А. Во втором случае выбран гибридный подход в лечении протяженного стенотического поражения

ПКА (БРС+СЛП). Выбор БРС в данном случае был продиктован молодым возрастом пациента, отсутствием выраженной кальцификации ПКА, наличием СД II типа как ключевого предиктора развития рестеноза СЛП и нежелательным перекрытием СЛП на всем протяжении ПКА. Использование БРС в этом примере позволит снизить степень ремоделирования русла ПКА и в долгосрочной перспективе сохранить дистальное русло ПКА для возможного анастомоза коронарного шунта.

Полученные 12-месячные результаты по клиническим исходам полностью соответствуют международным данным – крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и повторных реваскуляризований в бассейне целевых артерий не отмечено [9]. Кроме того, уменьшение толщины балки БРС на 10% по данным ОКТ в динамике через 12 мес свидетельствует об активных процессах резорбции, которые происходят в течение 36 мес после имплантации, что также соотносится с международными данными. Сказать то же о степени рестеноза, к сожалению, невозможно: полученные A. Seth et al. данные о 11–16% рестенозе в зоне имплантации БРС не соотносятся с представленными в настоящей работе результатами: максимальная степень рестенозирования достигает 45%. Отчасти это можно объяснить малой выборкой для представления данных о степени рестеноза (n=29) из всех случаев имплантации БРС (n=107) в исследовании индийских коллег. Кроме того, резорбция БРС может происходить за счет постепенной деградации путем гидролиза до мономеров и олигомеров, метаболизирующихся в организме [7], а также, возможно, за счет активности клеток иммунитета. Вероятно, толщина неоинтимы в зоне резорбции БРС обусловлена также активными процессами гидролиза и фагоцитоза каркаса БРС в настоящее время и в последующем, при более длительном периоде наблюдения с контролем внутрисосудистой визуализации, станет меньше.

### Заключение

Первые клинические исследования био-резорбируемого скаффолда нового поколения продемонстрировали благоприятные клинические результаты с низкой частотой развития неблагоприятных сердечно-сосудистых

событий [10, 11]. С помощью методов внутрисосудистой визуализации были получены многообещающие положительные данные о проходимости БРС и сохранении его поддерживающей механической функции в отсроченном периоде. Однако необходимо продолжать накапливать и систематизировать данные о возможностях применения БРС у разных клинических групп пациентов и в различных типах коронарных поражений для подтверждения их долгосрочной безопасности в контексте сохранения проходимости целевой артерии.

### Литература/References

1. Барбараш О.Л., Карпов Ю.А., Панов А.В., Акчурин Р.С., Алекаян Б.Г., Алехин М.Н. и др. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024; 29 (9): 6110. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6110  
Barbarash O.L., Karpov Yu.A., Panov A.V., Akchurin R.S., Alekyan B.G., Alekhin M.N. et al. 2024 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2024; 29 (9): 6110 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6110
2. Wang Y., Zhan J., Bian W., Tang X., Zeng M. Local hemodynamic analysis after coronary stent implantation based on Euler-Lagrange method. *J. Biol. Phys.* 2021; 47 (2): 143–170. DOI: 10.1007/s10867-021-09571-y
3. Chi G., Alkhalifan F., Lee J.J., Montazerin S.M., Fitzgerald C., Korjianet S. et al. Factors associated with early, late, and very late stent thrombosis among patients with acute coronary syndrome undergoing coronary stent placement: analysis from the ATLAS ACS 2-TIMI 51 trial. *Front Cardiovasc. Med.* 2024; 10: 1269011. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1269011
4. Alfonso F., Coughlan J.J., Giacoppo D., Kastrati A., Byrne A. Management of in-stent restenosis. *EuroIntervention*. 2022; 18 (2): e103–e123. DOI: 10.4244/EIJ-D-21-01034
5. Picard F., Pighi M., Marquis-Gravel G., Labinaz M., Cohen E.A., Tanguay J.F. The ongoing saga of the evolution of percutaneous coronary intervention: from balloon angioplasty to recent innovations to future prospects. *Can. J. Cardiol.* 2022; 38 (10 Suppl. 1): S30–S41. DOI: 10.1016/j.cjca.2022.06.019
6. Васильев Д.К., Араблинский Н.А. Баллон с лекарственным покрытием как альтернатива коронарному стенту при лечении de novo атеросклеротических поражений нативных коронарных артерий – будущее, в котором мы уже были? Обзор литературы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2025; 24 (5): 4362. DOI: 10.15829/1728-8800-2025-4362  
Vasiliev D.K., Arablinsky N.A. Drug-eluting balloon as an alternative to coronary stent in the treatment of de novo atherosclerotic lesions of native coronary arteries – the future we have already been in? *Review. Cardiovascular*

- Therapy and Prevention*. 2025; 24 (5): 4362 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2025-4362
7. Zong J., He Q., Liu Y., Qiu M., Wu J., Hu B. Advances in the development of biodegradable coronary stents: a translational perspective. *Mater. Today Bio*. 2022; 16: 100368. DOI: 10.1016/j.mtbio.2022.100368
  8. Stone G.W., Kereiakes D.J., Gori T., Metzger D., Stein B., Erickson M. et al. 5-Year outcomes after bioresorbable coronary scaffolds implanted with improved technique. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2023; 82 (3): 183–195. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.05.003
  9. Seth A., Onuma Y., Chandra P., Bahl V.K., Manjunath C.N., Mahajan A.U. et al. Three-year clinical and two-year multimodality imaging outcomes of a thin-strut sirolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold: MeRes-1 trial. *EuroIntervention*. 2019; 15 (7): 607–614. DOI: 10.4244/EIJ-D-19-00324
  10. Seth A., Onuma Y., Costa R., Chandra P., Bahl V.K., Manjunath C.N. et al. First-in-human evaluation of a novel poly-L-lactide based sirolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold for the treatment of de novo native coronary artery lesions: MeRes-1 trial. *EuroIntervention*. 2017; 13 (4): 415–423. DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00306
  11. Abizaid A., Kedev S., Ali R.B.M., Santoso T., Cequier A., Van Geuns R.J. et al. Imaging and 2-year clinical outcomes of thin strut sirolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold: the MeRes-1 extend trial. *Catheter. Cardiovasc. Interv*. 2021; 98 (6): 1102–1110. DOI: 10.1002/ccd.29396

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.13-004.6-089.819.5

## Современные возможности этапного эндоваскулярного лечения пациента с мультифокальным атеросклерозом и тяжелой сопутствующей патологией

К.В. Петросян, Г.М. Дадабаев, С.А. Донаканян, Б.А. Сагымбаев, К.Ю. Бадеев, А.А. Стаферов <sup>✉</sup>, В.Г. Папаташвили, Е.З. Голухова

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

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

**Донаканян Сергей Агванович**, д-р мед. наук, заведующий кардиохирургическим отделением № 11, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-0942-2931

**Сагымбаев Байзак Абдрасулович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-4000-6314

**Бадеев Кирилл Юрьевич**, аспирант, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2093-6781

<sup>✉</sup> **Стаферов Алексей Антонович**, врач-ординатор; orcid.org/0000-0003-4465-0366, e-mail: aastaferov@gmail.com

**Папаташвили Василий Георгиевич**, д-р мед. наук, заведующий кардиохирургическим отделением № 5, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9987-5410

**Голухова Елена Зеликовна**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор; orcid.org/0000-0002-6252-0322

### Резюме

Работа посвящена оценке эффективности этапного эндоваскулярного и хирургического лечения у пациента с сочетанной сердечно-сосудистой патологией. Представленный клинический случай демонстрирует выполнение высокотехнологичных эндоваскулярных вмешательств, включающих закрытие ушка левого предсердия (ЗУЛП), чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) с применением методики ротационной атерэктомии (РА) под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ), билатеральное стентирование внутренних сонных артерий (ВСА) с использованием устройств защиты от дистальной эмболии, с последующими открытыми операциями билатерального тиббиально-бедренного шунтирования. Применение РА и ВСУЗИ в качестве методов подготовки и визуализации при ЧКВ выраженного кальцинированного поражения коронарных артерий позволило достичь оптимальных результатов имплантации стента, снизив риски развития рестеноза, тромбоза стента в среднесрочном наблюдении (через 4 мес). ЗУЛП в сочетании со стентированием обеих ВСА обеспечивает надежную профилактику повторного ишемического инсульта у пациента с фибрилляцией предсердий, с перенесенным инсультом в анамнезе, на фоне приема прямых оральных антикоагулянтов. Хирургическая реваскуляризация артерий нижних конечностей способствовала восстановлению мобильности пациента, что особенно важно с учётом роли гиподинамии как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний. Данный клинический случай свидетельствует о безопасности и эффективности применения вышеупомянутых методик у одного пациента.

**Ключевые слова:** эндоваскулярное закрытие ушка левого предсердия, чрескожное коронарное вмешательство, ротационная атерэктомия, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, стентирование внутренней сонной артерии, тиббиально-бедренное шунтирование

**Для цитирования:** Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Донаканян С.А., Сагымбаев Б.А., Бадеев К.Ю., Стаферов А.А., Папаташвили В.Г., Голухова Е.З. Современные возможности этапного эндоваскулярного лечения пациента с мультифокальным атеросклерозом и тяжелой сопутствующей патологией. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 357–364. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-357-364

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.06.2025  
Принята к печати 14.08.2025

## Contemporary transcatheter approaches to staged interventional treatment in a patient with multifocal atherosclerosis and severe comorbid conditions

K.V. Petrosyan, G.M. Dadabaev, S.A. Donakanyan, B.A. Sagymbaev, K.Yu. Badeev, A.A. Staferov<sup>✉</sup>, V.G. Papitashvili, E.Z. Golukhova

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

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

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

**Sergey A. Donakanyan**, Dr. Med. Sci., Head of the Cardiovascular Surgery Department No. 11, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0942-2931

**Bayzak A. Sagymbaev**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4000-6314

**Kirill Yu. Badeev**, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2093-6781

<sup>✉</sup>**Aleksey A. Staferov**, Resident Physician; orcid.org/0000-0003-4465-0366, e-mail: aastaferov@gmail.com

**Vasilii G. Papitashvili**, Dr. Med. Sci., Head of the Cardiovascular Surgery Department No. 5, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9987-5410

**Elena Z. Golukhova**, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of the RAS, Director; orcid.org/0000-0002-6252-0322

### Abstract

The article is dedicated to evaluating the effectiveness of staged interventional and surgical treatment in a patient with comorbid cardiovascular pathology. The presented clinical case demonstrates the use of innovative endovascular interventions, including left atrial appendage closure (LAAC), percutaneous coronary intervention (PCI) with rotational atherectomy (RA) and intravascular ultrasound (IVUS), bilateral stenting of the internal carotid arteries (ICA) with distal embolic protection, and open bilateral tibial-femoral bypass surgery. The use of RA and IVUS for lesion preparation and visualization during PCI in the setting of severe coronary artery calcification allowed for optimal stent deployment, reduced the risk of restenosis and stent thrombosis in the medium-term follow-up at 4 months, and prevented intraoperative complications such as malapposition, dissection, perforation, and hematoma. LAAC combined with bilateral ICA stenting provides effective prevention of recurrent stroke in a patient with atrial fibrillation and a history of ischemic stroke while on direct oral anticoagulants. Surgical revascularization of the lower limb arteries contributed to the restoration of patient mobility, which is particularly important considering physical inactivity as a known risk factor for cardiovascular disease. This clinical case highlights the safety and efficacy of the combined use of the aforementioned techniques in a single patient with complex cardiovascular comorbidities.

**Keywords:** left atrial appendage occlusion, percutaneous coronary intervention, rotational atherectomy, intravascular ultrasound, carotid artery stenting, tibial-femoral bypass

**For citation:** Petrosyan K.V., Dadabaev G.M., Donakanyan S.A., Sagymbaev B.A., Badeev K.Yu., Staferov A.A., Papitashvili V.G., Golukhova E.Z. Contemporary transcatheter approaches to staged interventional treatment in a patient with multifocal atherosclerosis and severe comorbid conditions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 357–364 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-357-364

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

Received June 17, 2025  
Accepted August 14, 2025

### Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются ведущей причиной смертности в мире. Так, по данным за 2022 г., от ССЗ скончалось около 20 млн человек [1]. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) и острое нарушение мозгового кровообращения являются ведущими причинами летальных исходов в популяции и в совокупности ответственны за более чем 80% смертей от ССЗ [2].

Атеросклеротическое поражение артерий нижних конечностей занимает второе место по распространенности после ИБС, а фибрил-

ляция предсердий (ФП) – пятое. Последняя представляет собой наиболее распространенную форму устойчивой тахикардии и встречается у 1–2% лиц в общей популяции [3]. Эти заболевания нередко сочетаются у одного пациента, что объясняется общими факторами риска и сходной патофизиологией. Так, ИБС выявляется у более чем 50% пациентов с ФП, согласно данным компьютерно-томографической (КТ) коронарографии или инвазивной коронароангиографии (КАГ) [4]. У 40% пациентов, перенесших каротидную эндартерэктомию (КЭАЭ), также диагностируется ИБС [5].

Каждое из указанных состояний требует комплексного подхода к диагностике и лечению, а их сочетание значительно усложняет клиническое ведение и требует скоординированных действий со стороны мультидисциплинарной команды, включая специалистов в области кардиологии, рентгенэндоваскулярной и сосудистой хирургии.

### Описание случая

Пациент С., 57 лет, был госпитализирован в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева с жалобами, соответствующими клинической картине стабильной стенокардии напряжения III функционального класса (ФК), хронической сердечной недостаточности со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), стадия II, III ФК по классификации NYHA, а также симптомами хронической критической ишемии нижних конечностей IV стадии.

Боли загрудинного характера впервые стали отмечаться в 2022 г., после чего пациенту была назначена оптимальная медикаментозная терапия. В том же году при обследовании выявлена пароксизмальная форма фибрилляции предсердий. Оценка риска по шкале CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc составила 6 баллов, что указывает на высокий риск развития тромбоэмболических осложнений; риск геморрагических событий по шкале HAS-BLED – 3 балла.

В мае 2024 г. у пациента возник приступ интенсивной загрудинной боли, в связи с чем он был госпитализирован в клинику по месту жительства с предварительным диагнозом:

острый коронарный синдром без подъема сегмента ST. По данным КАГ выявлено многосудистое кальцинированное поражение коронарных артерий: стеноз терминального отдела ствола левой коронарной артерии (ЛКА) 40%, пролонгированное кальцинированное сужение передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) со стенозом до 85%, протяженный стеноз огибающей артерии в с/3 до 85–90%, значимые поражения промежуточной артерии до 90% (рис. 1, а). В системе правой коронарной артерии отмечались пограничные сужения на всем протяжении до 65% (рис. 1, б).

Пациент был переведен в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева для дообследования и оперативного лечения. По данным ультразвукового исследования выявлены бикаротидный стеноз внутренней сонной артерии (ВСА) (слева – до 90%, справа – до 77%), а также окклюзионные поражения артерий тibiально-бедренного сегмента на обеих нижних конечностях. Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) показала снижение ФВ ЛЖ до 38%, наличие умеренной митральной и трикуспидальной регургитации (II степень), а также дилатацию левого предсердия. С учетом высокого риска кровотечений пациенту была выполнена чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ) на предмет определения технической возможности эндоваскулярной окклюзии ушка левого предсердия. По результатам ЧПЭхоКГ, диаметр устья ушка левого предсердия (УЛП) составил 22 мм. Тромботические массы в полости УЛП не визуализированы. Морфологически ушко соответствовало типу

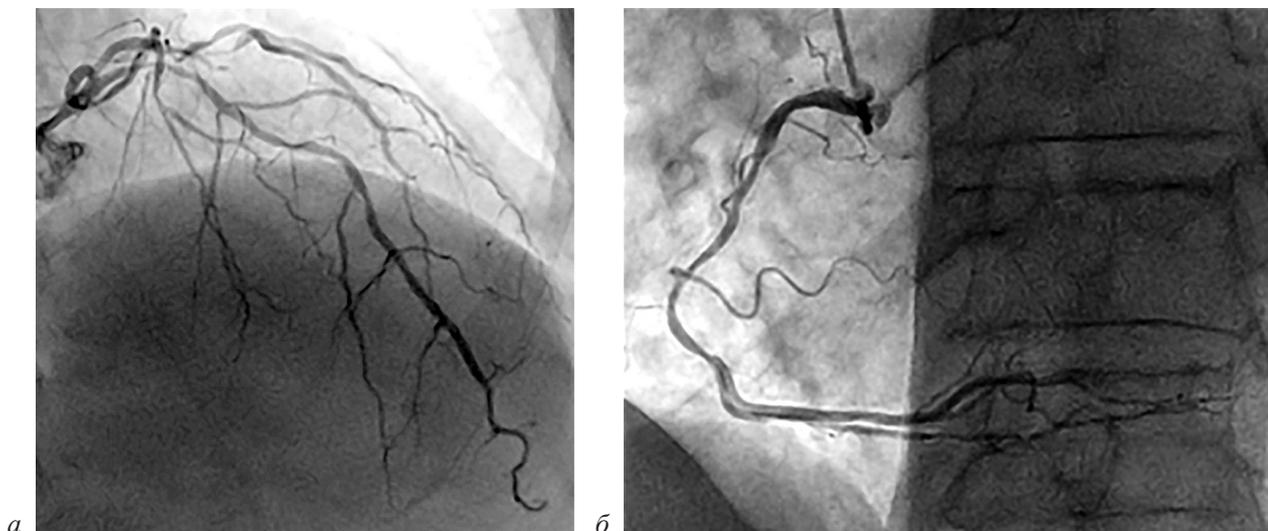


Рис. 1. Коронароангиография ЛКА (а) и ПКА (б)

chicken wing (по международной морфологической классификации форм УЛП). Компьютерная томография головного мозга выявила признаки постинсультных изменений в правой височной и теменной долях. Расчёт риска оперативной летальности по шкале EuroSCORE II составил 4,95%, по шкале STS Score – 13,9%, что соответствует высокому периоперационному риску.

На основании вводных данного пациента сердечной командой принято решение о проведении этапного лечения, включающего эндоваскулярные и хирургические методы лечения в объеме проведения чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) с ротационной атерэктомией (РА) и внутрисосудистым ультразвуковым исследованием (ВСУЗИ) для улучшения прогноза и течения ИБС, а также стентирования обеих ВСА и закрытия УЛП для профилактики развития тромбоза и инсульта у пациента, а также шунтирования артериального бассейна нижних конечностей.

Первым этапом было выполнено вмешательство на коронарных артериях. Трансрадиальным доступом проводниковый катетер проведен и установлен в устье ЛКА. В дистальные отделы ПМЖВ проведен интракоронарный 0,014' проводник (рис. 2, а). На микрокатетере 0,014' коронарный проводник заменен на 0,009' проводник RotaWire. Далее выполнена РА п/3–с/3 ПМЖВ буром 1,25 мм со скоростью вращения 180 000/185 000 оборотов в минуту (рис. 2, б). Далее 0,009' проводник по микрокатетеру был заменен на 0,014' коронарный проводник. С протяжкой из с/3 ПМЖВ было выполнено ВСУЗИ для подбора опти-

мальных диаметра и длины стента (с/3 ПМЖВ min 3,59 мм, max 4,0 мм, п/3 ПМЖВ min 3,89 мм, max 5,2 мм, площадь поперечного сечения п/3 ПМЖВ 3,95 мм<sup>2</sup>). После преддилатации п/3–с/3 ПМЖВ баллонным катетером высокого давления 3,0×20 мм выполнена имплантация покрытого эверолимусом хромокобальтового стента 3,5×38 мм в с/3 ПМЖВ и покрытого эверолимусом хромокобальтового стента 3,0×48 мм в п/3 ПМЖВ с переходом в ствол ЛКА. Далее выполнена оптимизация стентированного сегмента на всем протяжении интракоронарными баллонными катетерами высокого давления 3,75×15 и 4,5×15 мм. При контрольном ВСУЗИ признаков диссекции и мальпозиции участков стента не наблюдается (площадь поперечного сечения п/3 ПМЖВ 8,6 мм<sup>2</sup>, площадь поперечного сечения с/3 ПМЖВ 7,36 мм<sup>2</sup>, площадь поперечного сечения ствола ЛКА – 13,62 мм<sup>2</sup>) (рис. 2, в). При контрольной КАГ – хороший ангиографический результат. Кровоток в ПМЖВ TIMI 3. Вмешательство завершено без осложнений.

Через 4 дня пациенту было выполнено стентирование ВСА справа. Под местной анестезией пунктирована общая бедренная артерия справа. Установлен интродьюсер 5 F. Выполнена селективная катетеризация и ангиография правой общей сонной артерии (ОСА) (рис. 3, а). Жесткий проводник проведен в просвет правой наружной сонной артерии. По жесткому проводнику в просвет правой наружной сонной артерии проведен и установлен интродьюсер-шатл 6 F. Устройство защиты от дистальной эмболии FilterwireEZ проведено и установлено в ВСА справа,

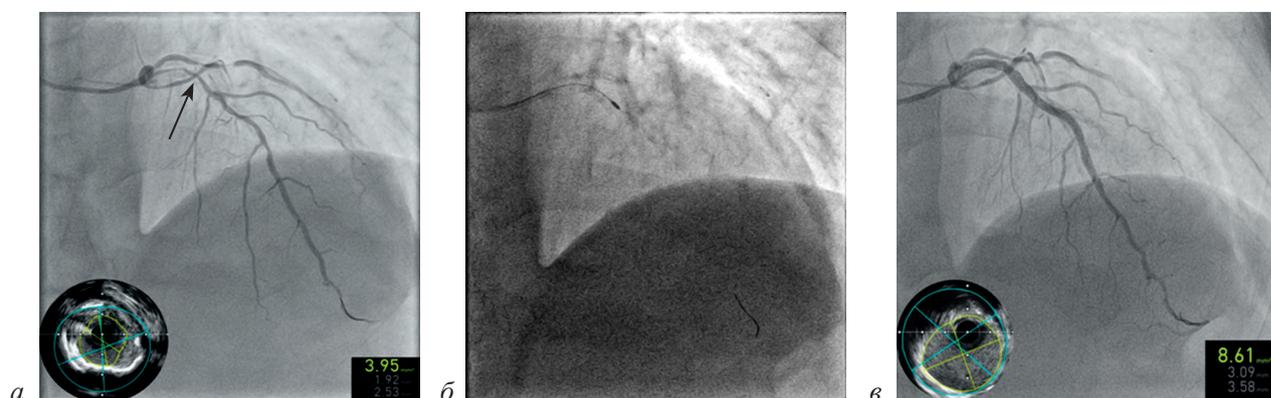


Рис. 2. Коронароангиография передней межжелудочковой ветви:

а – выраженный кальциноз и стеноз в п/3–с/3 ПМЖВ с максимальным сужением 90% (указано стрелкой) со значениями контрольной протяжки ВСУЗИ; б – ротационная атерэктомия в с/3–п/3 ПМЖВ; в – КАГ и значения ВСУЗИ после стентирования с/3–п/3 ПМЖВ с выходом в ствол ЛКА

за зону стеноза. Выполнено стентирование правой ОСА с переходом на ВСА стентом Casper 7,0×30 мм. Далее выполнена постдилатация стентированного сегмента периферическим баллонным катетером NC 5,0×20,0 мм. Получен хороший ангиографический результат (рис. 3, б). Защитное устройство удалено. Операция завершена без осложнений.

С учетом высокого риска развития тромбоэмболических осложнений (CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc составила 6 баллов) пациенту через три дня было выполнено закрытие ушка левого предсердия. Больной планово интубирован в рентгенооперационной. Установлен датчик ЧПЭхоКГ. Пункцирована общая бедренная вена справа. Установлен интродьюсер 14 F. Под рентгени и ЧПЭхоКГ-контролем пунктирована межпредсердная перегородка. Принимая во внимание ригидность межпредсердной перегородки, выполнена баллонная дилатация межпредсердного сообщения баллонным катетером 3,0–20 мм. Выполнена ангиография из ушка левого предсердия. По данным ангиометрии, диаметр УПП составил 22,7 мм (рис. 4, а). В дистальный отдел ушка левого предсердия проведена доставляющая система. По доставляющей системе проведен окклюдер. Выполнено закрытие УПП окклюдером Amplatzer Amulet 25 мм. Выполнена проба на фиксацию

окклюдера – позиция окклюдера оптимальная. Окклюдер отсоединен от доставляющей системы (рис. 4, б). Контрольная ЧПЭхоКГ – позиция окклюдера оптимальная, сброса нет. Доставляющая система удалена. Больной экстубирован на операционном столе. В стабильном состоянии переведен в блок интенсивной терапии под наблюдение лечащего врача. Операция завершена без осложнений. По данным контрольной ЧПЭхоКГ перед выпиской, позиция окклюдера оптимальная, резидуальных сбросов нет, компрессия составляет 19 мм. Пациент выписан на 4-е сутки в удовлетворительном состоянии. По данным ЭКГ, у пациента отсутствует отрицательная динамика. По данным ЭхоКГ, отмечается увеличение показателя ФВ ЛЖ с 38 до 45%.

Через 4 мес пациент поступил в плановом порядке для проведения стентирования ВСА слева. Перед вмешательством пациенту выполнена контрольная КАГ, по данным которой отмечается полная проходимость ранее имплантированных в п/3–с/3 ПМЖВ ЛКА стентов. Операция была выполнена доступом через правую лучевую артерию. Проведена селективная ангиография левой ОСА (рис. 5, а). Далее был установлен проводниковый катетер 6 F. Выполнено стентирование ВСА слева стентом Carotid Wallstent 9,0×40 мм с применением

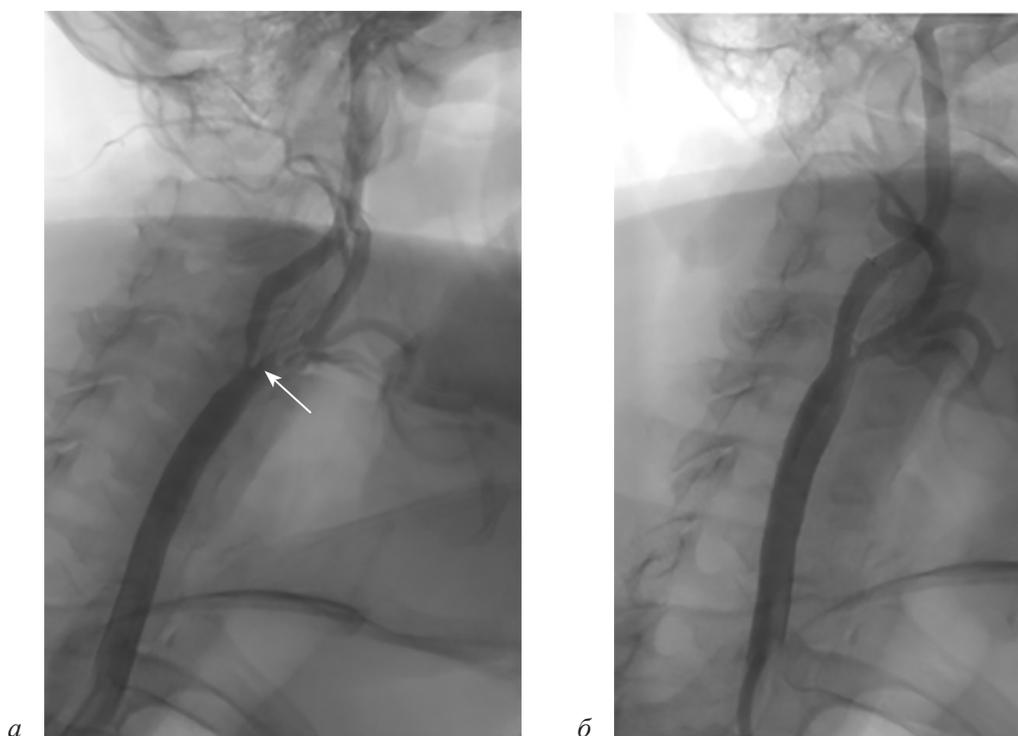


Рис. 3. Ангиография ОСА справа: стеноз ВСА указан стрелкой (а), ВСА справа после стентирования (б)

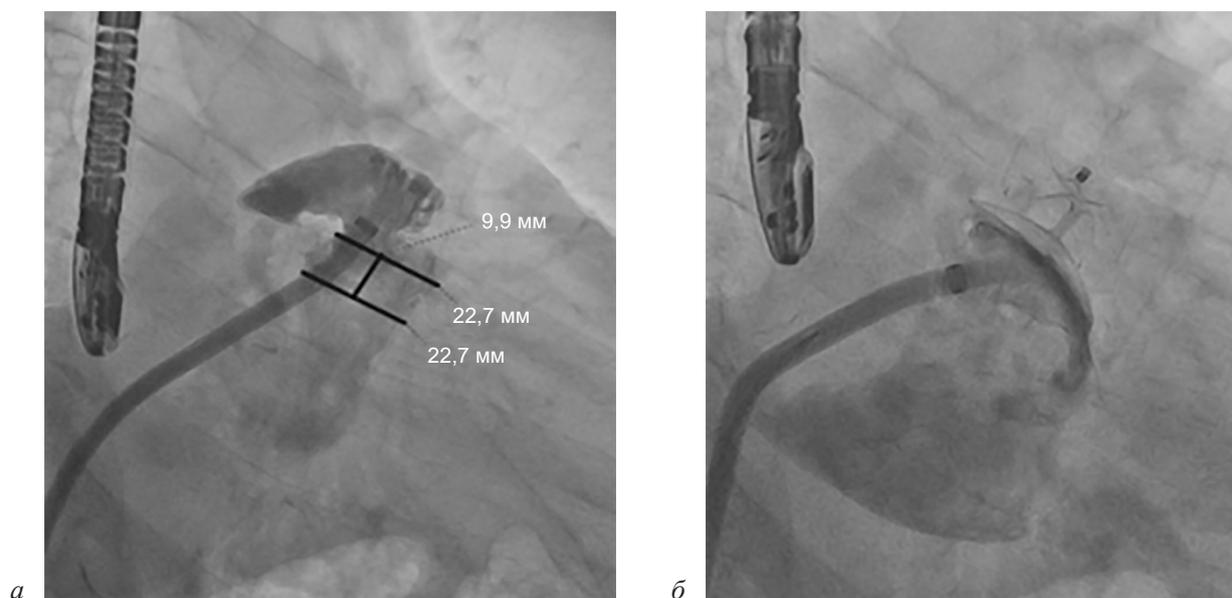


Рис. 4. Измерение шейки и устья УЛП по данным флюороскопии (а), ангиокардиография после закрытия УЛП (б)

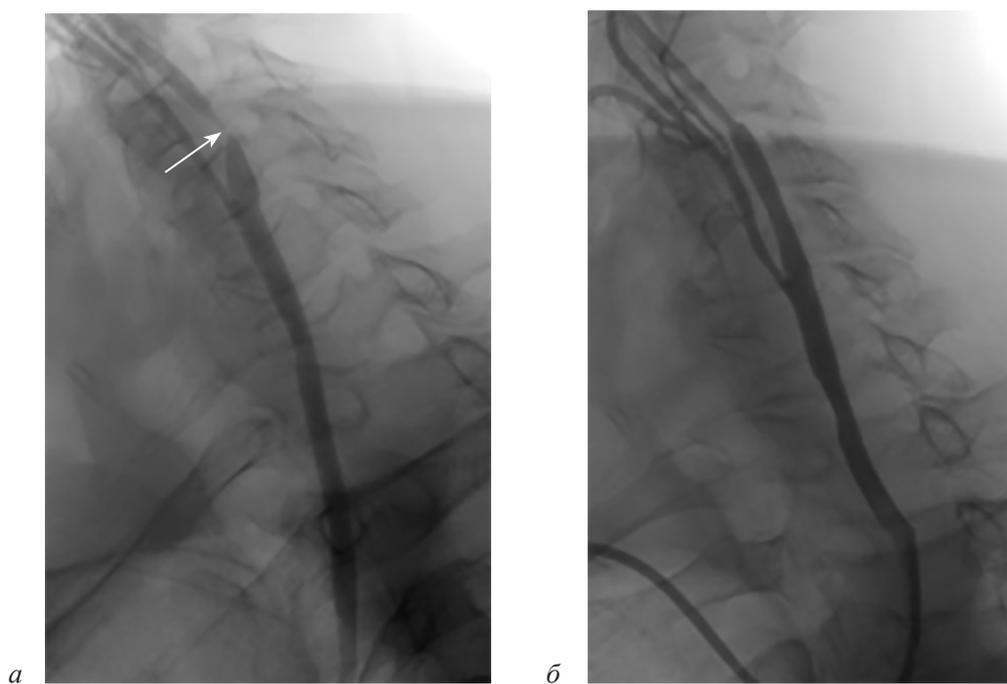


Рис. 5. Ангиография ОСА слева, стеноз ВСА указан стрелкой (а), ВСА после стентирования (б)

дистальной церебральной защиты FilterWire EZ (рис. 5, б). Далее выполнена постдилатация стентированного сегмента периферическим баллонным катетером  $6,0 \times 15,0$  мм. Получен хороший ангиографический результат. Операция завершена без осложнений.

Спустя 2 мес пациент был в плановом порядке госпитализирован для хирургической реваскуляризации артерий нижних конечностей.

По данным КТ, отмечаются субокклюзия д/3 на 41 мм поверхностной бедренной арте-

рии (ПБА) справа (рис. 6), дистальная окклюзия передней большеберцовой артерии, слева визуализируются сужения ПБА в п/3 на 60% и с/3 на 85%, окклюзия подколенной артерии.

Пациенту в плановом порядке выполнены шунтирующие операции на артериях нижних конечностей с отчетливой интраоперационной пульсацией в зонах реконструкции. Послеоперационный период протекал без осложнений. По данным УЗИ (на 2-е сутки): тиббиально-бедренные шунты справа и слева проходимы,

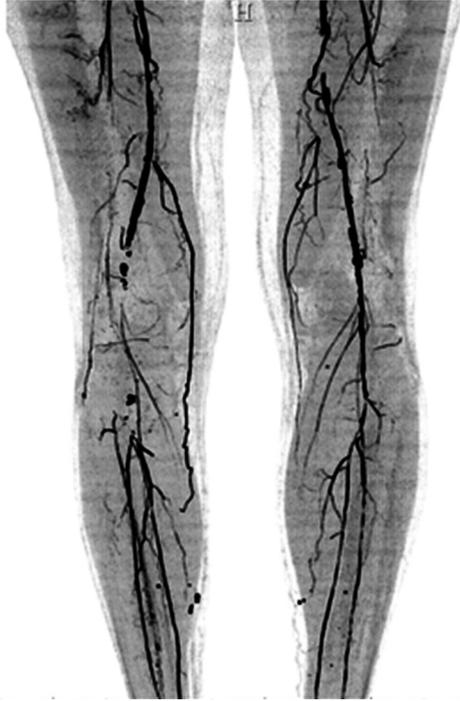


Рис. 6. КТ-ангиография артерий нижних конечностей

картируются полностью, без особенностей. Кровоток магистрального типа. На фоне проведенного лечения у пациента отмечается положительная динамика, проявляющаяся в снижении функционального класса стенокардии с III до I (по CCS) и уменьшении степени ишемии артерий нижних конечностей, увеличение дистанции безболевого ходьбы. Пациент выписан на 4-е послеоперационные сутки в удовлетворительном состоянии с рекомендациями.

### Обсуждение

Представленный клинический случай демонстрирует успешную реализацию поэтапной мультидисциплинарной тактики лечения пациента с тяжелым мультифокальным атеросклерозом, ишемической болезнью сердца и фибрилляцией предсердий, с высоким риском как тромбэмболических, так и геморрагических осложнений, а также низкой комплаентностью на фоне алкогольной зависимости.

Отсутствие неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в течение 8 мес наблюдения свидетельствует о клинической целесообразности и безопасности применения методики РА и ВСУЗИ при выполнении стентирования у пациентов с выраженным кальцинозом коронарных артерий. Данные подходы не только

обеспечили адекватную имплантацию стента, но и позволили минимизировать риск осложнений. Эффективность этих технологий подтверждена современными клиническими рекомендациями, в которых использование ВСУЗИ при стентировании ствола ЛКА имеет класс рекомендаций IA [6]. Применение РА также позволяет достичь лучшего результата у пациентов с кальцинированным поражением коронарных артерий по сравнению с баллонной ангиопластикой без РА [7–9]. Особую сложность представляет выбор последовательности вмешательств у пациентов с сочетанным поражением коронарного и каротидного бассейнов. Проведение реваскуляризации коронарных артерий в первую очередь может быть ассоциировано с риском инсульта, тогда как первичная коррекция стеноза сонных артерий – с повышенным риском инфаркта миокарда. Согласно литературным данным, частота инсульта при выполнении аортокоронарного шунтирования (АКШ) варьирует от 1,4 до 3,8% [10], в то время как риск инфаркта миокарда при КЭАЭ достигает 2% [11]. В исследовании N.S. Naywood et al. [12] сообщается о частоте инфаркта миокарда 11,5% у пациентов, перенесших этапные вмешательства в виде КЭАЭ и АКШ. Для сравнения: частота инсульта после выполнения ЧКВ составляет лишь 0,56% [13], что делает этот подход более безопасным у пациентов с высоким нейрологическим риском.

Таким образом, поэтапная реализация комплексного лечения с приоритетом малоинвазивных методик, ориентированная на индивидуальные клинические риски, позволяет достигать устойчивых положительных результатов у наиболее тяжелой категории пациентов.

### Заключение

Тактика лечения у коморбидных пациентов с высоким хирургическим риском и высокой вероятностью как тромбэмболических, так и геморрагических осложнений должна формироваться индивидуально, с учетом мультифакторного анализа потенциальной пользы от каждого этапа вмешательства.

Представленный клинический случай иллюстрирует безопасность и высокую клиническую эффективность поэтапного комбинированного подхода, включающего эндоваскулярные и открытые вмешательства: стентирование

коронарных артерий с использованием ротационной атерэктомии и внутрисосудистого ультразвукового контроля, двухстороннее стентирование внутренних сонных артерий, эндоваскулярное закрытие ушка левого предсердия, а также билатеральное тиббиально-бедренное шунтирование. Комплексность и продуманная последовательность действий позволили достичь значимого улучшения клинического состояния пациента без развития серьезных осложнений в течение периода наблюдения.

### Литература/References

- Mensah G.A., Fuster V., Murray C.J.L., Roth G.A., Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks Collaborators. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks, 1990–2022. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 82 (25): 2350–2473. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.11.007
- Dossabhoy S., Arya S. Epidemiology of atherosclerotic carotid artery disease. *Semin. Vasc. Surg.* [Internet]. 2021; 34 (1): 3–9. DOI: 10.1053/j.semvascsurg.2021.02.013
- Аракелян М.Г., Бокерия Л.А., Васильева Е.Ю., Голицын С.П., Голухова Е.З., Горев М.В. и др. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (7): 4594. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4594  
Arakelyan M.G., Bockeria L.A., Vasilieva E.Yu., Golitsyn S.P., Golukhova E.Z., Gorev M.V. et al. 2020 Clinical Guidelines for Atrial fibrillation and atrial flutter. *Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26 (7): 4594 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4594
- Batta A., Hatwal J., Batta A., Verma S., Sharma Y.P. Atrial fibrillation and coronary artery disease: an integrative review focusing on therapeutic implications of this relationship. *World J. Cardiol.* 2023; 15 (5): 229–243. DOI: 10.4330/wjc.v15.i5.229
- Versaci F., Reimers B., Del Giudice C., Schofer J., Giacomini A., Saccà S. et al. Simultaneous hybrid revascularization by carotid stenting and coronary artery bypass grafting: the SHARP study. *JACC. Cardiovasc. Interv.* 2009; 2 (5): 393–401. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.02.010
- Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J. et al.; ESC Scientific Document Group (2024). 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3415–3537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae177
- Петросян К.В., Абросимов А.В., Бадеев К.Ю., Бузиашвили Ю.И., Донакарян С.А., Голухова Е.З. Сравнение периперационных и госпитальных результатов ротационной атерэктомии и баллонной ангиопластики при чрескожном коронарном вмешательстве на кальцинированных поражениях коронарных артерий. *Креативная кардиология*. 2024; 18 (2): 202–213. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-2-202-213
- Петросян К.В., Абросимов А.В., Бадеев К.Ю., Бузиашвили Ю.И., Донакарян С.А., Голухова Е.З. Comparison of perioperative and hospital results of rotary atherectomy and balloon angioplasty in percutaneous coronary intervention for calcified lesions of the coronary arteries. *Creative Cardiology*. 2024; 18 (2): 202–213 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-2-202-213
- Петросян К.В., Абросимов А.В., Караев А.В., Бадеев К.Ю., Хороших Л.В. Этапное эндоваскулярное лечение пациента с многососудистым поражением коронарного русла со сниженной фракцией выброса левого желудочка с применением методов ротационной атерэктомии, оценки коронарной физиологии и внутрисосудистой визуализации. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2025; 67 (1): 106–112. DOI: 10.24022/0236-2791-2025-67-1-106-112
- Петросян К.В., Абросимов А.В., Караев А.В., Бадеев К.Ю., Кхоросишк Л.В. Staged endovascular treatment of a patient with a multivessel lesion of the coronary bed with a reduced left ventricular ejection fraction using rotational atherectomy, assessment of coronary physiology and intravascular imaging. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2025; 67 (1): 106–112 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-2025-67-1-106-112
- Петросян К.В., Абросимов А.В., Караев А.В., Гурдзибева 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
- Петросян К.В., Абросимов А.В., Караев А.В., Гурдзибева А.Б. Rotary coronary artery atherectomy: current trends. *Creative Cardiology*. 2022; 16 (3): 313–325 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2022-16-3-313-325
- Selim M. Perioperative stroke. *New Engl. J. Med.* 2007; 356 (7): 706–713. DOI: 10.1056/NEJMr062668
- Boulanger M., Camelière L., Felgueiras R., Berger L., Rerkasem K., Rothwell P.M., Touzé E. Periprocedural myocardial infarction after carotid endarterectomy and stenting: systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2015; 46 (10): 2843–2848. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010052
- Haywood N.S., Ratcliffe S.J., Zheng X., Mao J., Farivar B.S., Tracci M.C. et al. Operative and long-term outcomes of combined and staged carotid endarterectomy and coronary bypass. *J. Vasc. Surg.* 2023; 77 (5): 1424–1433. e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2023.01.015
- Abdel-Latif A., Misumida N. Ischemic stroke after percutaneous coronary intervention: rare, but devastating. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2019; 12 (15): 1507–1509. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.05.013

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.126.52-089.819.1

## Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациента с гигантским фиброзным кольцом

Г.В. Марданян, М.В. Карук<sup>✉</sup>, Р.С. Поляков, М.В. Пурецкий, Ю.М. Саакян, А.А. Пиркова, К.А. Кур-ипа, Ш.Г. Чаргазия, В.М. Сафонова, С.О. Попов, С.А. Абугов

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

Марданян Гайк Ваникович, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-7442-520X

<sup>✉</sup> Карук Марина Валентиновна, аспирант; orcid.org/0000-0002-2292-6758, e-mail: bartimeyswork@yandex.ru

Поляков Роман Сергеевич, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-9323-4003

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

Пиркова Александра Александровна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-5101-1004

Кур-ипа Киазим Асланович, аспирант; orcid.org/0000-0002-2395-5999

Чаргазия Шота Георгиевич, аспирант; orcid.org/0000-0002-8598-2933

Сафонова Вера Михайловна, аспирант; orcid.org/0000-0003-4631-2408

Попов Сергей Олегович, канд. мед. наук, главный врач Научно-клинического центра № 1; orcid.org/0000-0002-4488-1597

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

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является предпочтительным методом лечения пациентов с высоким хирургическим риском, однако применение этого метода ограничено анатомическими особенностями аортального клапана. В данной работе представлен клинический случай успешного выполнения ТИАК у пациента с двухстворчатым аортальным клапаном и гигантским фиброзным кольцом (периметр 122,6 мм, площадь 1161,3 мм<sup>2</sup>). Для достижения полной герметизации и оптимального результата использовался баллонорасширяемый биопротез с высокой супрааннулярной имплантацией. Описаны особенности предоперационного планирования, технические аспекты процедуры и клинический исход. Представленный случай демонстрирует возможность безопасного применения ТИАК даже при сложных анатомических вариантах, что позволяет расширить границы применения минимально инвазивных технологий в эндоваскулярной хирургии.

**Ключевые слова:** транскатетерная имплантация аортального клапана, стеноз аортального клапана, гигантское аортальное кольцо

**Для цитирования:** Марданян Г.В., Карук М.В., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Пиркова А.А., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Сафонова В.М., Попов С.О., Абугов С.А. Транскатетерная имплантация аортального клапана у пациента с гигантским фиброзным кольцом. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 365–371. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-365-371

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.06.2025  
Принята к печати 14.08.2025

## Transcatheter aortic valve implantation in a patient with a giant fibrous annulus

G.V. Mardanyan, M.V. Karuk<sup>✉</sup>, R.S. Polyakov, M.V. Puretskiy, Yu.M. Saakyan, A.A. Pirkova, K.A. Kur-ipa, Sh.G. Chargaziya, V.M. Safonova, S.O. Popov, S.A. Abugov

Russian Scientific Center of Surgery named after B.V. Petrovsky, Moscow, Russian Federation

Gayk V. Mardanyan, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X

<sup>✉</sup> Marina V. Karuk, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2292-6758, e-mail: bartimeyswork@yandex.ru

Roman S. Polyakov, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003

**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

**Aleksandra A. Pirkova**, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-5101-1004

**Kiazim A. Kur-ipa**, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2395-5999

**Shota G. Chargaziya**, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-8598-2933

**Vera M. Safonova**, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4631-2408

**Sergey O. Popov**, Cand. Med. Sci., Chief Physician of the Scientific and Clinical Center No. 1; orcid.org/0000-0002-4488-1597

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

### Abstract

Transcatheter aortic valve implantation (TAVI) is the preferred treatment method for patients with a high surgical risk; however, its application is limited by the anatomical characteristics of the aortic valve. This paper presents a clinical case of successful TAVI in a patient with a bicuspid aortic valve and a giant fibrous annulus (perimeter 122.6 mm, area 1161.3 mm<sup>2</sup>). To achieve complete sealing and optimal hemodynamic results, a balloon-expandable bioprosthesis was used with high supra-annular implantation. The report describes the specifics of preoperative planning, technical aspects of the procedure, and the clinical outcome. This case demonstrates the feasibility and safety of TAVI even in complex anatomical scenarios, expanding the boundaries of minimally invasive endovascular surgery.

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

**For citation:** Mardanyan G.V., Karuk M.V., Polyakov R.S., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Pirkova A.A., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Safonova V.M., Popov S.O., Abugov S.A. Transcatheter aortic valve implantation in a patient with a giant fibrous annulus. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 365–371 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-365-371

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

Received June 26, 2025  
Accepted August 14, 2025

## Введение

В настоящее время транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является золотым стандартом лечения у пациентов с высоким хирургическим риском, а также пациентов пожилого возраста [1, 2]. Несмотря на расширение показаний к выполнению ТИАК, часть пациентов остаются неподходящими кандидатами для данного вмешательства в связи с анатомическими особенностями. Одним из ключевых ограничивающих факторов является размер фиброзного кольца аортального клапана.

Согласно действующим рекомендациям производителей транскатетерных клапанов, оптимальный диаметр фиброзного кольца аортального клапана составляет от 18 мм (что соответствует по площади >254,5 мм<sup>2</sup>, по периметру >56,5 мм) до 32 мм (площадь <803,8 мм<sup>2</sup>, периметр <100,5 мм).

В настоящее время различные модели биопротезов обладают следующими диапазонами допустимых размеров фиброзного кольца: Edwards SAPIEN 3 – от 273 до 683 мм<sup>2</sup> по площади и от 58,6 до 96 мм по периметру, Meril Life Sciences Myval – от 338 до 804 мм<sup>2</sup> и от 65,2 до

101 мм, Medtronic CoreValve Evolut – от 303 до 805 мм<sup>2</sup> и от 61,7 до 94,2 мм соответственно.

Таким образом, пациенты с фиброзным кольцом, выходящим за указанные пределы, рассматриваются как неподходящие для выполнения ТИАК.

В данной работе представлен клинический случай успешного эндоваскулярного лечения критического стеноза аортального клапана у пациента с двухстворчатым аортальным клапаном и гигантским фиброзным кольцом (площадь 1161,3 мм<sup>2</sup>, периметр 122,6 мм).

## Описание случая

В отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения (РХМДиЛ) поступил 80-летний пациент с диагнозом «тяжелый стеноз аортального клапана» и с жалобами на одышку при минимальных физических нагрузках.

В 2019 г. пациенту проводилась эхокардиография (ЭхоКГ), по результатам которой был установлен врожденный порок сердца – двухстворчатый аортальный клапан 1-го типа по Sievers (сращение правой и левой коронарных створок в общую коронарную) с уме-

ренным стенозом. В связи с этим пациенту было рекомендовано динамическое наблюдение у кардиолога по месту жительства.

В конце 2024 г. пациент отметил ухудшение состояния, которое проявилось снижением толерантности к физическим нагрузкам, одышкой в горизонтальном положении, которая купировалась в положении ортопноэ, а также появлением отеков на нижних конечностях. В связи с этим пациент был госпитализирован в отделение РХМДиЛ с целью обследования. По данным ЭхоКГ от декабря 2024 г.: выраженный стеноз аортального клапана: площадь открытия клапана – 0,5 см<sup>2</sup>, средний градиент – 71,2 мм рт. ст., пиковый градиент – 112,4 мм рт. ст., пиковая скорость – 5,3 м/с. Также отмечено значительное снижение глобальной систолической функции левого желудочка: фракция выброса (ФВ) составляет 30%. Пациент был консультирован сердечно-сосудистым хирургом. Принимая во внимание соматический статус пациента (по классификации Американского общества анестезиологов физический статус пациента – ASA IV), высокий хирургический риск (в связи с отягощенным соматическим анамнезом), пожилой возраст, в качестве оптимального метода лечения рекомендована транскатетерная имплантация аортального клапана.

В рамках предоперационной подготовки пациенту выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с внутривенным контрастированием и электрокардиографической (ЭКГ) синхронизацией. По данным исследования: средний диаметр аортального кольца 39,4 мм, периметр 122,6 мм, площадь 1161,3 мм<sup>2</sup>, высота правой и левой коронарных артерий 21,1 и 20,2 мм соответственно, двухстворчатый аортальный клапан (сращение правой и левой коронарных створок в общую коронарную створку) (рис. 1). Данные показатели являются ограничением при выполнении ТИАК, так как максимальный размер для баллонорасширяемого биопротеза Muval 32 мм – 804 мм<sup>2</sup> по площади, периметр – до 101 мм, для самораскрывающегося клапана CoreValve Evolut 34 мм – 805 мм<sup>2</sup> по площади и 94,2 мм по периметру.

Учитывая представленные размеры, не существует биопротезов для имплантации на уровне фиброзного кольца, которые позволили бы достигнуть полной герметизации на этом уровне. Однако у данного пациента – двухстворчатый аортальный клапан, для которого методики расчета отличаются от таковых при классическом трехстворчатом клапане. В настоящее время в литературе авторы выделяют измерение на супрааннулярном уровне

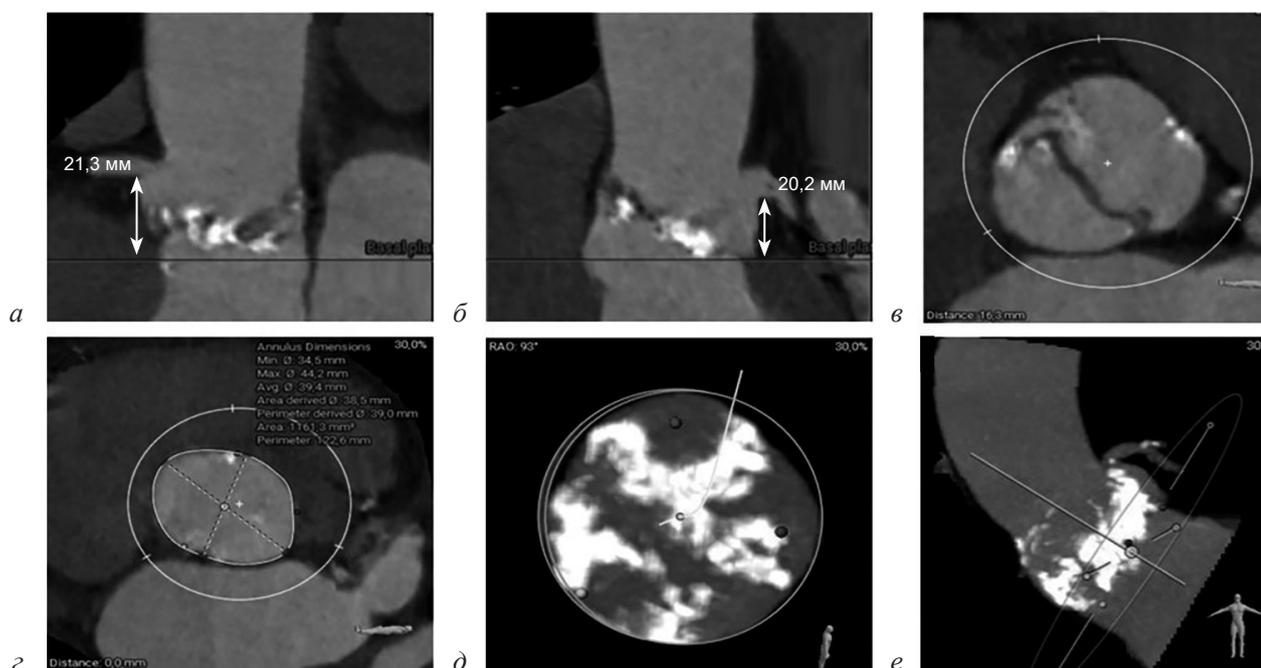


Рис. 1. Предоперационная МСКТ-аортография с контрастированием:

*a* – высота отхождения левой коронарной артерии; *б* – высота отхождения правой коронарной артерии; *в* – двухстворчатый аортальный клапан; *г* – параметры фиброзного кольца; *д*, *е* – выраженность кальциноза аортального клапана

при двухстворчатом аортальном клапане, так как предполагаемая площадь раскрытия биопротеза на этом уровне меньше, чем на уровне фиброзного кольца [3–5].

Для выполнения расчетов на супрааннулярном уровне в сагиттальном срезе при мультипланарной реконструкции плоскость измерения располагают на 4–6 мм выше уровня фиброзного кольца. Расстояние 4–6 мм является эмпирически установленным стандартом для данной методики. На этом уровне измеряется межкомиссуральное расстояние, периметр и площадь.

В нашем клиническом случае периметр на супрааннулярном уровне 4 мм – 112,3 мм (площадь 771,4 мм<sup>2</sup>), на 6 мм – 106,4 мм (площадь 669,3 мм<sup>2</sup>) (рис. 2). На расстоянии 4 мм

превышение диаметра для 32 мм биопротеза Muval составило 4,3%, а на расстоянии 6 мм – 20,2%, для самораскрывающегося биопротеза CoreValve 34 мм превышение диаметра на уровне 4 мм составляет 5%, на уровне 6 мм – 0%, при котором возможно добиться герметичной имплантации.

По данным МСКТ также было выявлено расширение выводного тракта левого желудочка (ВТЛЖ) (периметр – 120,9 мм, площадь 1134,8 мм<sup>2</sup>) (см. рис. 2) по сравнению с размером фиброзного кольца аортального клапана. Такая анатомическая особенность придавала выводному тракту и аортальному кольцу трапециевидную форму, что значительно увеличивало риск миграции биопротеза в полость ВТЛЖ при его недостаточном раскры-

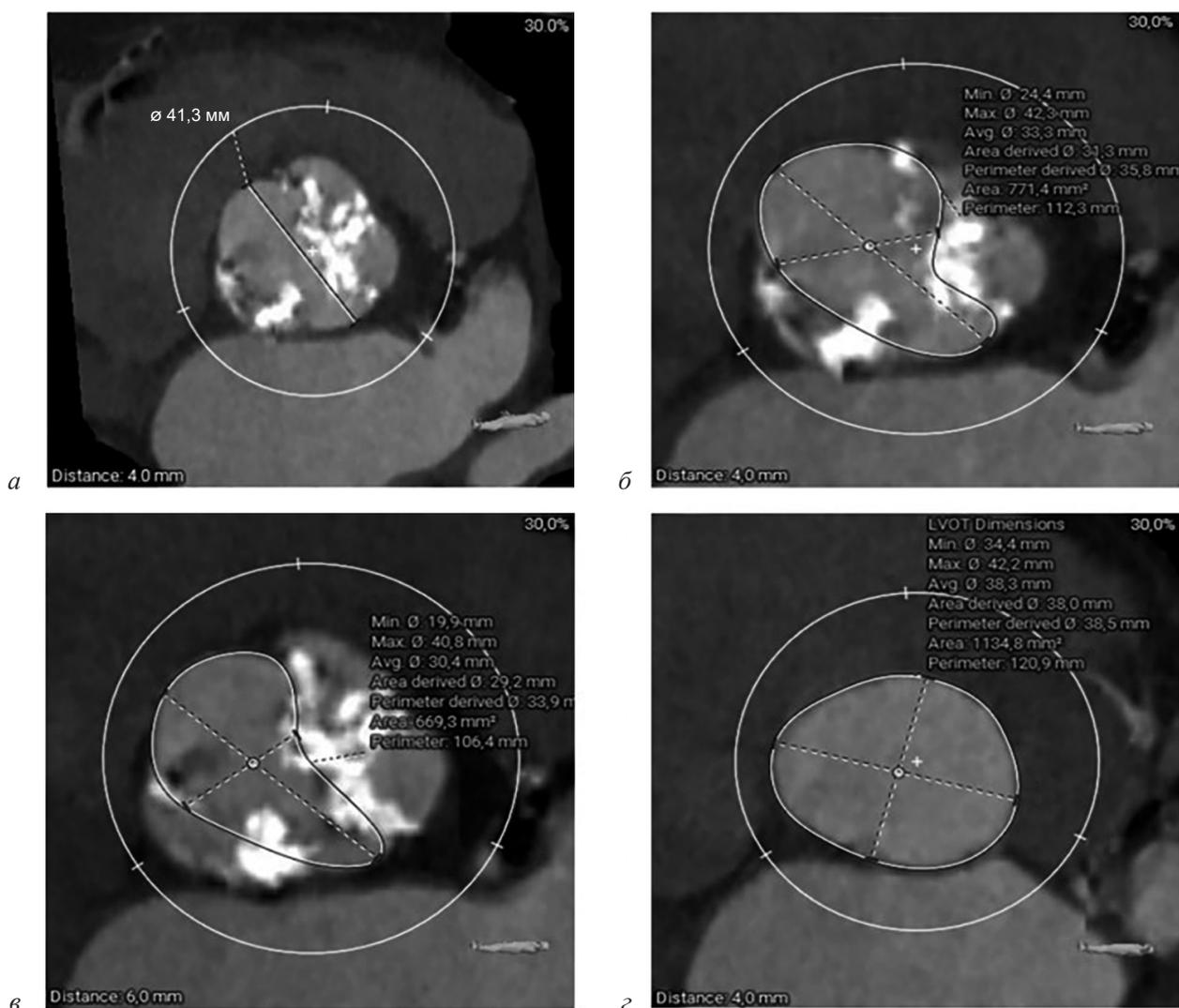


Рис. 2. Планирование транскатетерной имплантации аортального клапана:

*а* – диаметр на супрааннулярном уровне (4 мм); *б* – супрааннулярный уровень 4 мм; *в* – супрааннулярный уровень 6 мм; *г* – диаметр выводного тракта левого желудочка

тии или при недостаточной радиальной силе конструкции протеза. С учетом этих факторов было принято решение отказаться от использования самораскрывающегося биопротеза, так как его максимальный диаметр не позволял исключить миграцию. В связи с этим была выбрана стратегия очень высокой имплантации баллонорасширяемого биопротеза.

В то же время за счет крупного конгломерата кальция в месте сращения правой и левой коронарных створок (рис. 3) ожидалось недораскрытие биопротеза, так как на данном уровне превышение размера для биопротеза составляло 20%.

**Ход оперативного вмешательства.** На операционном столе в стерильных условиях выполнена подготовка и сборка аортального эндоваскулярного клапана Muval 32 мм с добавлением 7 мл сверх рекомендуемого объема.

В представленном клиническом случае, учитывая продолжительную сверхчастотную внутрижелудочковую стимуляцию во время преддилатации и имплантации клапана, а также сниженную ФВ ЛЖ, было принято решение о проведении вмешательства под общей анестезией.

Выполнен пункционный доступ к правой общей бедренной артерии с предварительным ушиванием устройствами ProGlide, также выполнен доступ к левой лучевой артерии. Через правую общую бедренную артерию по диагностическому катетеру в полость левого желудочка установлен жесткий проводник

Confida (рис. 4, а). Высокочастотная стимуляция левого желудочка проводилась через жесткий проводник. Преддилатация аортального клапана осуществлялась баллонным катетером Mammoth 25 × 40 мм (рис. 4, б). Выполнена имплантация аортального клапана Muval 32 мм в высокую позицию (рис. 4, в, г). По ангиографическим данным получен удовлетворительный результат, отмечается парапротезная регургитация 1 степени. Обращает на себя внимание неполное раскрытие биопротеза (см. рис. 4, в, г), несмотря на превышение по объему на 7 мм от номинального при имплантации. Это связано с конгломератом кальция с области сращения правой и левой коронарных створок (см. рис. 4, г, конгломерат указан стрелкой). В связи с этим от баллонной постдилатации было решено воздержаться, так как имелся высокий риск возможного разрыва фиброзного кольца. При контрольной трансракальной ЭхоКГ PGr 12/5,5 мм рт. ст. Парапротезная регургитация 1 степени.

Вмешательство закончено без осложнений, пациент был переведен в отделение кардиореанимации для дальнейшего наблюдения.

За период госпитализации новых нарушений ритма и проводимости не регистрировалось. По данным госпитальной трансракальной ЭхоКГ: парапротезная регургитация 1 степени, средний градиент давления на биопротезе 9,4 мм рт. ст., пиковый градиент 16,9 мм рт. ст., площадь открытия 1,9 см<sup>2</sup>, митральная недостаточность 1 степени. На 6-е сут-

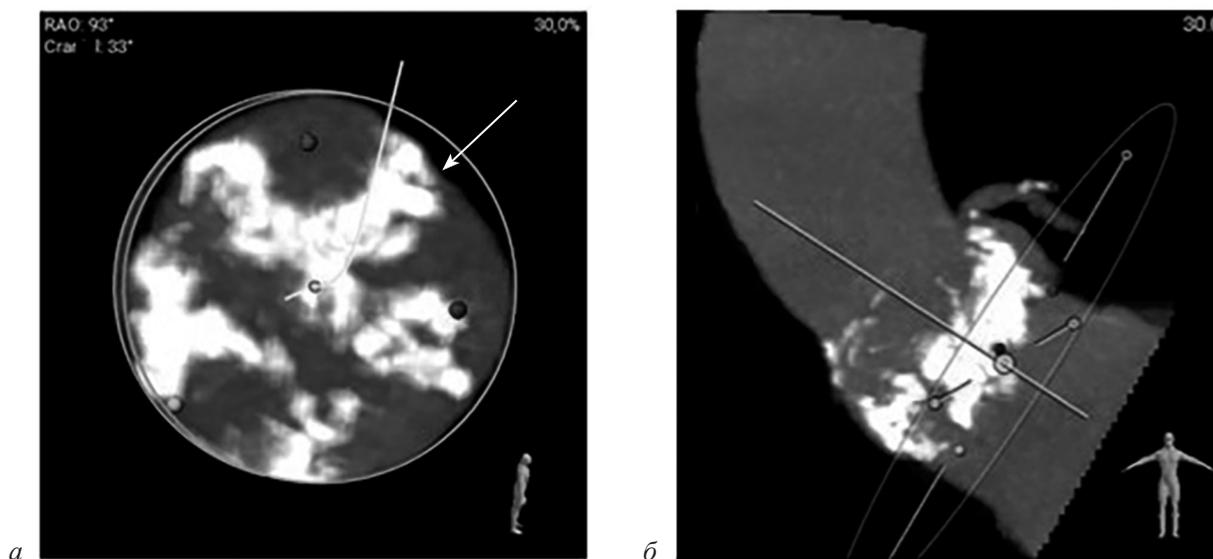


Рис. 3. Выраженность кальциноза аортального клапана:

а – кальциноз АК, стрелкой указан кальций в месте сращения левой и правой коронарных створок; б – корень аорты

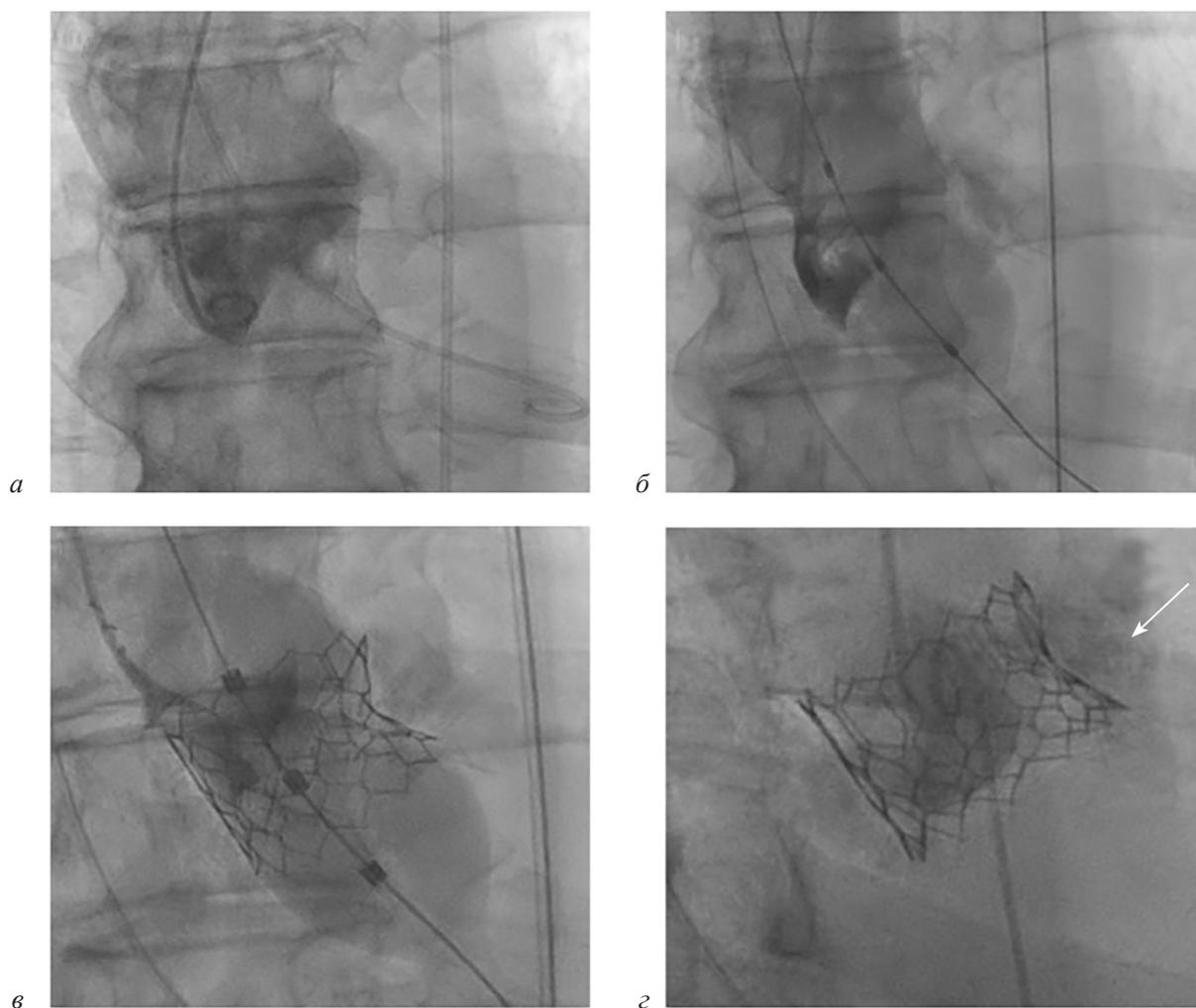


Рис. 4. Этапы имплантации аортального клапана:

*а* – ангиография аортального клапана (АК); *б* – предилатация АК баллонным катетером Mammoth 25×40 мм; *в* – имплантация баллонорасширяемого клапана Muval 32 мм; *г* – имплантированный клапан в высокой позиции, стрелкой указан кальций в области сращения правой и левой коронарных створок

ки госпитализации пациент выписан под наблюдение кардиолога по месту жительства.

### Обсуждение

Транскатетерная имплантация аортального клапана является предпочтительным методом лечения у пациентов с благоприятной анатомией аортального клапана, поскольку позволяет сократить длительность госпитализации, ускорить послеоперационное восстановление и обеспечить раннюю активизацию пациента. Однако с ростом количества оперативных вмешательств чаще встречаются клинические случаи с большим диаметром фиброзного кольца, что в настоящее время является относительным ограничением для вмешательства.

В современной литературе имеется небольшое количество клинических примеров ТИАК при большом фиброзном кольце. Одним из примеров успешного транскатетерного лечения пациентов с гигантским аортальным кольцом является клинический случай, представленный D. Sherwood et al., в котором авторы описывают имплантацию баллонорасширяемого клапана Edwards SAPIEN 3 (29 мм) пациенту с площадью аортального кольца 906 мм<sup>2</sup> [6]. Для достижения оптимальной фиксации клапан был подготовлен с превышением рекомендуемого объема баллона на 7 мл, что позволило выполнить успешную имплантацию.

Другим примером являются клинические случаи, описанные M. Mathur et al. В исследовании троим пациентам с площадью аортального кольца 748,1–793 мм<sup>2</sup> был имплантиро-

ван баллонорасширяемый клапан Edwards SAPIEN 3 (29 мм) с превышением номинального объема на 4 мл [7]. Все имплантации были выполнены успешно, а данные контрольной эхокардиографии через 30 дней подтвердили удовлетворительную работу биопротезов, без признаков значимой парапротезной регургитации или ухудшения гемодинамических показателей.

Баллонорасширяемый клапан Edwards SAPIEN 3 является одним из наиболее изученных эндоваскулярных протезов, однако количество исследований, посвященных применению клапана Muval у пациентов с гигантским аортальным кольцом, остается ограниченным. Одним из них является мультицентровое исследование 2023 г., в которое были включены 10 пациентов со средней площадью аортального кольца 765,5 мм<sup>2</sup> (диапазон 712–822 мм<sup>2</sup>) [8]. В исследовании участвовали пациенты как с двухстворчатым, так и с трехстворчатым аортальными клапанами. Имплантация клапана Muval 32 мм была успешной во всех 10 случаях, при этом оверсайзинг варьировался от 0,5 до 12,8%. У троих пациентов наблюдалась умеренная парапротезная регургитация, а средний градиент на биопротезе находился в пределах 3–9 мм рт. ст.

Представленные клинические случаи демонстрируют важность индивидуального подбора стратегии вмешательства при гигантском размере фиброзного кольца аортального клапана, а также подчеркивают необходимость тщательного предоперационного планирования и выбора оптимального протеза в зависимости от анатомических особенностей пациента.

### Заключение

В данном клиническом случае продемонстрировано успешное выполнение эндоваскулярной имплантации аортального клапана у пациента с анатомически сложными условиями.

Полученный опыт свидетельствует о важности тщательного предоперационного планирования, включая МСКТ-анализ анатомических особенностей, правильный выбор типа и размера протеза, а также стратегию имплантации. В сочетании с современными эндова-

скулярными техниками это позволило добиться хорошего гемодинамического результата и избежать осложнений.

Таким образом, ТИАК является эффективной альтернативой хирургическому лечению у пациентов с критическим стенозом аортального клапана и высоким операционным риском, даже при наличии сложной анатомии, такой как двухстворчатый аортальный клапан и гигантское аортальное кольцо.

### Литература/References

1. Kapadia S.R., Leon M.B., Makkar R.R., Tuzcu E.M., Svensson L.G., Smith C.R. et al. 5-Year outcomes of transcatheter aortic valve replacement compared with standard treatment for patients with inoperable aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 385 (9986): 2485–2491. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60290-2
2. Mack M.J., Leon M.B., Smith C.R., Miller D.C., Webb J.G., Moses J.W. 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 (9986): 2477–2484. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60308-7
3. Blackman D., Bapat V., Colombo A., Schäfer U., Lefèvre T., Tchétché D. et al. Expert consensus on sizing and positioning of SAPIEN 3/Ultra in bicuspid aortic valves. *Cardiol. Ther.* 2021; 10 (2): 277–288. DOI: 10.1007/s40119-021-00223-9
4. Tchétché D. TAVI in bicuspid aortic valves. *Cardiac Intervent. Today*. 2019. URL: <https://citoday.com/articles/2019-mar-apr/tavi-in-bicuspid-aortic-valves>
5. Gutierrez L., Veiga G., Durães A.R., Freitas R., Cavalcante J.L., Almeida R. et al. Transcatheter aortic valve implantation for bicuspid aortic valve disease: procedural planning and clinical outcomes. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (22): 7074. DOI: 10.3390/jcm12227074
6. Sherwood D., Nguyen P., Caranasos T., Vavalle J. Successful aortic valve replacement by overexpanding a SAPIEN transcatheter heart valve for a large aortic annulus (>900 mm<sup>2</sup>): a case report. *Eur. Heart J. Case Rep.* 2023; 7 (3): yta069. DOI: 10.1093/ehjcr/yta069
7. Mathur M., McCabe J.M., Aldea G., Pal J., Don C.W. Overexpansion of the 29 mm SAPIEN 3 transcatheter heart valve in patients with large aortic annuli (area >683 mm<sup>2</sup>): a case series. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2018; 92 (2): 336–341. DOI: 10.1002/ccd.27190
8. Holzamer A., Kiefer P., Schäfer T., Seeger J., Ruge H., Möllmann H. et al. Performance of the 32 mm Myval transcatheter heart valve for treatment of aortic stenosis in patients with extremely large aortic annuli in real-world scenario: first global multicenter experience. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2023; 102 (5): 844–851. DOI: 10.1002/ccd.30820

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.136-007.64-089.819.5

## Эндоваскулярное лечение эндолика IA типа через 15 лет после эндоваскулярного лечения аневризмы брюшной аорты

З.А. Кавтеладзе<sup>1,2</sup>, П.М. Ермолаев<sup>1,2</sup>✉, С.Ю. Даниленко<sup>1,2</sup>, О.Н. Ткачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский геронтологический научно-клинический центр (РГНКЦ) ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

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

**Кавтеладзе Заза Александрович**, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела сердечно-сосудистой и эндоваскулярной хирургии<sup>1</sup>, заведующий лабораторией экстренной сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии<sup>2</sup>; orcid.org/0000-0003-0617-2332

✉ **Ермолаев Павел Михайлович**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6247-3872, e-mail: ermolaev\_pm@rgnkc.ru

**Даниленко Сергей Юрьевич**, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-0887-0946

**Ткачева Ольга Николаевна**, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, директор РГНКЦ; orcid.org/0000-0002-4193-688X

### Резюме

Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин заболеваемости и смертности пациентов пожилого и старческого возраста. Особенности течения сердечно-сосудистых заболеваний определяет высокая частота гериатрических синдромов у этой категории пациентов, что обуславливает сложности диагностики и лечения как самих заболеваний, так и их осложнений. Благодаря улучшению медицинского обслуживания, усовершенствованию техник и технологий лечения, прогрессивному развитию и широкому распространению высокоэффективных малоинвазивных методов лечения, активному изучению и внедрению в клиническую практику методов диагностики и лечения гериатрических синдромов, значительно повышается качество лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов пожилого и старческого возраста. В статье представлен клинический случай эндоваскулярного лечения эндолика IA типа у пациента 86 лет после эндоваскулярного лечения аневризмы брюшной аорты, проведенного 15 лет назад. Особенности клинического наблюдения являются техника и тактика операционного лечения, старческий возраст пациента, мультиморбидность, отягощенный послеоперационный период, обусловленный этими факторами, и положительный клинический результат, со сроками наблюдения до 2 мес.

**Ключевые слова:** аневризма брюшной аорты, эндоваскулярное лечение аневризмы брюшной аорты, эндолик IA типа, пациенты старческого возраста

**Для цитирования:** Кавтеладзе З.А., Ермолаев П.М., Даниленко С.Ю., Ткачева О.Н. Эндоваскулярное лечение эндолика IA типа через 15 лет после эндоваскулярного лечения аневризмы брюшной аорты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 372–383. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-372-383

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 16.07.2025  
Принята к печати 04.09.2025

## Endovascular treatment of type IA endoleak 15 years after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm

Z.A. Kavteladze<sup>1,2</sup>, P.M. Ermolaev<sup>1,2</sup>✉, S.Yu. Danilenko<sup>1,2</sup>, O.N. Tkacheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian Gerontological Scientific and Clinical Center (RGSCC), Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

**Zaza A. Kavteladze**, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Cardiovascular and Endovascular Surgery Department<sup>1</sup>, Head of the Laboratory of Emergency Vascular and X-ray Endovascular Surgery<sup>2</sup>; orcid.org/0000-0003-0617-2332

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

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

**Olga N. Tkacheva**, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director RGSCC; orcid.org/0000-0002-4193-688X

### Abstract

Cardiovascular diseases are one of the main causes of morbidity and mortality in elderly and senile patients. The features of the course of cardiovascular diseases are determined by the high frequency of geriatric syndromes in this category of patients, causing difficulties in the diagnosis and treatment of both the diseases themselves and their complications. Due to the improvement of medical care, the improvement of treatment techniques and technologies, the progressive development and widespread use of highly effective minimally invasive treatment methods, the active study and introduction into clinical practice of methods for the diagnosis and treatment of geriatric syndromes, the quality of treatment of cardiovascular diseases in elderly and senile patients is significantly improved.

The paper presents a clinical case of endovascular treatment of type IA endoleak in an 86-year-old patient after an endovascular aneurysm repair performed 15 years ago. The special feature of clinical observation is the technique and tactics of surgical treatment, the patient's senile age, the multimorbidity, the burdened postoperative period, caused by these factors, and the positive clinical result, with follow-up periods of up to 2 months.

**Keywords:** abdominal aortic aneurysm, endovascular aneurysm repair, type IA endoleak, octagenary patients

**For citation:** Kavteladze Z.A., Ermolaev P.M., Danilenko S.Yu., Tkacheva O.N. Endovascular treatment of type IA endoleak 15 years after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 372–383 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-372-383

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

Received July 16, 2025  
Accepted September 4, 2025

## Введение

Увеличение продолжительности жизни — одно из наиболее значимых достижений, которое ярко отражает прогресс как в социальном и экономическом развитии, так и в здравоохранении. К настоящему моменту около 6% населения мира составляют люди старше 75 лет, к 2050 г. предполагается дальнейшее увеличение их численности до 11,5% в западных странах, преимущественно за счет доли лиц старше 80 лет [1]. Средняя продолжительность жизни в Российской Федерации, по данным на 2023 г., составила 73,46 г. При этом в 2021 г. численность населения в возрасте 90 лет и старше достигла 614 588 (0,4%) человек [2].

Критически важным становится определение особенностей заболеваний и методов их лечения у пациентов старшей возрастной группы. Прогрессивное развитие эндоваскулярной хирургии как эффективной и малоинвазивной методики лечения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в последние десятилетия становится особенно актуальным для пациентов пожилого и старческого возраста. В то же время возрастные особенности значительно усложняют выполнение любых, в том числе транскатетерных, вмешательств. Для пациентов этой возрастной группы характерно соче-

тание различных гериатрических синдромов: мультиморбидность (наличие более 2 хронических заболеваний), старческая астения, саркопения, деменция, высокие риски развития делирия, полипрагмазия (одномоментное назначение пациенту 5 и более наименований лекарственных препаратов). Наличие гериатрических синдромов, возрастное снижение функциональных возможностей организма значительно ухудшают кратко- и долгосрочные прогностические риски, связанные с ССЗ, снижают качество жизни пациентов, повышают длительность госпитализации, количество повторных госпитализаций, приводят к увеличению смертности [3].

Эндоваскулярное лечение аневризмы брюшной аорты (ЭЛАБА) впервые в мировой практике было предложено 40 лет назад [4], а в российской клинической практике оно внедрено З.А. Кавтеладзе\* в июне 1995 г., так что в 2025 г. отмечается 30-летний юбилей первого случая ЭЛАБА в России.

В настоящее время ЭЛАБА является приоритетным методом лечения аневризмы брюшной аорты (АБА), если нет ангиоархитектони-

\* Кавтеладзе З.А. Эндопротезирование аневризм брюшной аорты и подвздошных артерий: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2002.

ческих противопоказаний. Хотя совершенствование методики и технологии ЭЛАБА с появлением новых устройств – как стент-графтов, так и фиксирующих их к стенкам аорты так называемых «эндофиксаторов», для более надежной фиксации и предотвращения миграции эндопротезов и эндолика IA типа, позволило существенно расширить возможности ЭЛАБА, даже при неоптимальной шейке АБА.

Накоплен огромный клинический опыт внедрения ЭЛАБА в широкую клиническую практику, в том числе при разрыве АБА.

При абсолютно приемлемых непосредственных и ближайших результатах ЭЛАБА остаются нерешенными вопросы сохранения гарантированных отдаленных (5–10–15 лет и более) результатов после проведения ЭЛАБА. К ним, в частности, относятся вопросы биологического свойства: поскольку аорта продолжает пульсировать, происходит изменение морфологии аортальной стенки и со временем аорта может расширяться, а жесткой фиксации стент-графта к сосудистой стенке с помощью специальных фиксаторов («шурпов») нет, или технология используется в очень малом проценте случаев в широкой клинической практике. Вопросы технического

свойства связаны с устройствами стент-графтов, хотя в последнее время их становится все меньше и меньше.

Доля эндоваскулярной хирургии составляет 75–80% от всех случаев хирургического лечения пациентов с АБА почти во всех странах мира. Что касается использования эндофиксаторов, то в разных странах частота их проникновения в клиническую практику варьирует от 5 до 20% и зависит от необходимости дополнительного финансирования для использования этих технологий [5, 6].

С возрастом у больных, перенесших ЭЛАБА, появляется все больше сопутствующих заболеваний, развиваются различные гериатрические синдромы. В связи с этим любое изменение статус-кво в брюшной аорте, связанное с ЭЛАБА, требует внимательной оценки с точки зрения клинического ведения пациентов и показаний для повторных вмешательств.

В 2016 г. [7] опубликованы результаты EVAR trial-1 с 15-летним периодом наблюдения, согласно которым ЭЛАБА имеет преимущество в отношении ранней выживаемости, но характеризуется более низкой выживаемостью на позднем этапе по сравнению с открытой операцией, что требует постоянного наб-

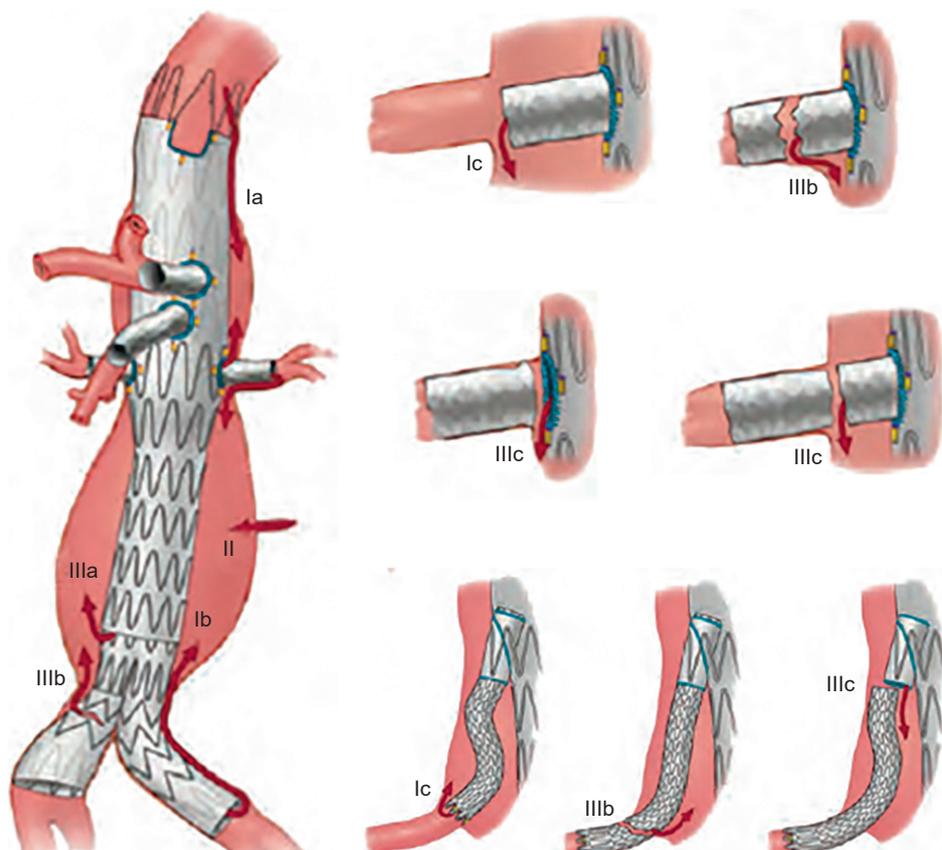


Рис. 1. Классификация эндоликков [10]

людения после ЭЛАБА и повторного вмешательства при необходимости. Несмотря на ряд преимуществ ЭЛАБА, ее уязвимым местом являются эндолики. Эндолик (англ. endoleak – внутреннее подтекание) означает наличие кровотока в аневризматическом мешке за пределами эндографта после ЭЛАБА [8, 9].

В современной классификации выделяют пять типов эндоликов (рис. 1, таблица).

После ЭЛАБА при проведении компьютерной томографии (КТ) эндолики диагностируют практически у 1/3 пациентов. Наиболее часто диагностируют эндолики I и II типа [8, 9, 11, 12]. Эндолики – одна из основных причин роста АБА и ее разрыва.

Эндолики I типа возникают из-за неполного прилегания графта к стенке аорты в области проксимальной шейки аневризмы или в дистальных зонах имплантации подвздошных артерий. Данный тип эндоликов диагностируют как непосредственно после имплантации графта, так и в течение длительного периода наблюдения. Наиболее часто встречается эндолик IA типа, который возникает в проксимальном конце стент-графта [8, 9].

Частота встречаемости эндоликов I типа, по данным литературы, варьирует от 5 до 13% [13–15]. Факторами риска и причинами, ведущими к развитию эндоликов типа IA, являются неадекватный «оверсайзинг» (превышение допустимых размеров графта) и/или значительная ангуляция шейки аневризмы, кальци-

ноз шейки, короткая шейка и/или ее коническая форма, циркулярная локализация тромба в области шейки и прикрепления графта, прогрессирование, «рост» аневризмы, дилатация шейки вследствие персистенции эндолика II типа, потеря первичных свойств графта (device failure) с утратой его фиксации в области прилегания к стенке аорты, наличие эндолика II типа, проводящего к увеличению аневризматического мешка и дилатации шейки аневризмы, наличие другого сопутствующего эндолика [16–19].

Эндолик I типа ведет к быстрому повышению давления в аневризматическом мешке и увеличению риска разрыва аневризмы [19]. Важно выявить эндолик как можно раньше, особенно возникший на ранних сроках после вмешательства, и устранить его. Согласно рекомендациям SVS, при безуспешности устранения эндолика эндоваскулярными методами рекомендуется выполнение открытой операции [8].

В представленном нами клиническом случае показаны современные возможности эндоваскулярной хирургии при лечении пациента с эндоликом IA типа, ранее перенесшего ЭЛАБА по поводу гигантской аневризмы инфраренального отдела аорты.

### Описание случая

Больной К., 86 лет, поступил в отделение сердечно-сосудистой хирургии РГНКЦ с диа-

#### Классификация эндоликов [10]

Тип I	Постоянный прямой поток крови в аневризматический мешок из-за недостаточного прикрепления (прилегания) стент-графта к стенке аорты	
	Ia	эндолик через проксимальную зону фиксации стент-графта
	Ib	эндолик через дистальную зону фиксации
	Ic	эндолик через зону фиксации в боковой ветви
Тип II	Стойкое ретроградное заполнение аневризматического мешка из открытых поясничных артерий или нижней мезентериальной артерии, эндолики из коллатеральных сосудов	
Тип III	Эндолик, возникающий в результате разделения компонентов стент-графта или разрыва его ткани, вследствие потери плотности между компонентами эндографта или сепарации его компонентов, реже из-за эрозии ткани	
	IIIa	эндолик через соединение между двумя аортальными, аортальным и раздвоенным или раздвоенным и подвздошным компонентами
	IIIb	эндолик через разрыв ткани протеза
	IIIc	эндолик через соединение между аортальным компонентом и компонентом боковой ветви или между двумя компонентами боковых ветвей
Тип IV	Эндолик вследствие порозности ткани эндографта	
Тип V	Эндотензия – наличие расширения аневризматического мешка в отсутствие любого другого эндолика	

гнозом: Аневризма инфраренального отдела брюшной аорты. Эндопротезирование брюшной аорты от 2010 г. Эндолик в полость аневризмы IA типа. Фоновые заболевания: Гипертоническая болезнь III стадии, контролируемая АГ, риск сердечно-сосудистых осложнений 4. ИБС. Стенокардия напряжения I ФК. Атеросклеротический кардиосклероз. Гемодинамически незначимый атеросклероз сонных артерий и артерий нижних конечностей. Дислипидемия. Осложнения: Нарушение ритма сердца и проводимости – персистирующая форма фибрилляции предсердий, пароксизм неизвестной давности. Имплантация ЭКС от 2020 г. Оценка по шкале CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc 5 баллов, по шкале HAS-BLED – 4 балла, EHRA IIa. ХСНунФВ (47–50%) 2б ст. (ВОЗ), III ФК (NYHA). Высокая легочная гипертензия. Систолическое давление в легочной артерии 55 мм рт. ст. Острая болезнь почек, скорость клубочковой фильтрации (СКФ) 19 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> (анализ от 29.01.2024 г.). Хроническая болезнь почек С3а, СКФ 50 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> (анализ от 03.02.2025 г.). Хроническая постгеморрагическая анемия 2 ст. Сопутствующее заболевание: дисциркуляторная энцефалопатия 2 ст. Конкременты почек. Кисты правой почки. Варикозная болезнь вен нижних конечностей. Локальный (протяженностью до 10 мм) окклюзирующий тромбоз мышечной вены в бассейне медиальной икроножной вены правой голени, в стадии начальной организации, без флотации. Дорсопатия. Люмбалгия с умеренно выраженным болевым, мышечно-тоническим синдромами на фоне дегенеративно-дистрофических изменений пояснично-крестцового отдела позвоночника, спондилеза, спондилоартроза, грыж межпозвоночных дисков L3-L4, L4-L5, L5-S1, относительного полифакторного стеноза позвоночного канала. Дисциркуляторная энцефалопатия I–II на фоне гипертонической болезни, церебрального атеросклероза с вестибулоатактическим, астенотревожным синдромами, диссомнией. Дисметаболическая полинейропатия, сенсомоторная форма, с преимущественным поражением нижних конечностей, с явлениями сенситивной атаксии. Эмфизема легких. Диффузный пневмосклероз. Дыхательная недостаточность 1 ст. Центральный рак верхней доли левого легкого T3N0M0. В течение 15 лет наблюдения почти ежегодно выполнял МСКТ-ангиографию и УЗ-иссле-

дование брюшной полости – без признаков эндоликов.

27.01.2025 г. больной госпитализирован в отделение неврологии в другом медицинском учреждении по поводу дегенеративно-дистрофических изменений пояснично-крестцового отдела позвоночника. Проведена МСКТ: выявлена гигантская аневризма инфраренального отдела аорты с установленным стент-графтом, впервые выявлен эндолик IA типа (рис. 2). Рекомендовано проведение протезирования в срочном порядке.

29.01.2025 г. пациент доставлен в отделение реанимации РГНКЦ.

*При поступлении* по данным ЭКГ – фибрилляция предсердий, пароксизм неизвестной давности. По результатам анализов: мочевина 12,63 ммоль/л, креатинин 126,9 мкмоль/л, гемоглобин 101 г/л, тромбоциты  $161 \times 10^9$ /л, лейкоциты  $10,75 \times 10^9$ /л, калий 4,27 ммоль/л.

29.01.2025 г. (16:45–21:50) пациенту выполнена операция: эндоваскулярное протезирование брюшного отдела аорты со стентированием левой почечной артерии по методике Chimney.

*Протокол операции.* Под местной анестезией (м/а) выделен проксимальный отдел общей бедренной артерии (ОБА) и дистальный отдел наружной подвздошной артерии. Артерии взяты на держалки. Выполнена пункция и катетеризация ОБА слева. Установлен интродьюсер 6 F 11 см. Под м/а по микропункционной технике выполнены ретроградные пункции и катетеризации правой и левой плечевых артерий. Справа установлен интродьюсер 6 F, слева – 7 F. Далее с правой плечевой артерии выполнена селективная катетеризация правой почечной артерии при помощи проводника 0,014" и баллонного катетера 3,5 × 20 мм (для постоянного контроля состояния правой почечной артерии). После чего предприняты многочисленные попытки катетеризации левой почечной артерии правым коронарным проводниковым катетером JR 4.0. Следующим этапом выполнена смена интродьюсера на гайд-интродьюсер 6 F SheathLess. С техническими сложностями выполнена катетеризация левой почечной артерии. При ангиографии отмечается кальцинированный стеноз устья левой почечной артерии до 80% (рис. 3).

Далее при помощи проводников различной жесткости (0,014", 0,018", 0,035") выполнена баллонная ангиопластика устья левой почеч-

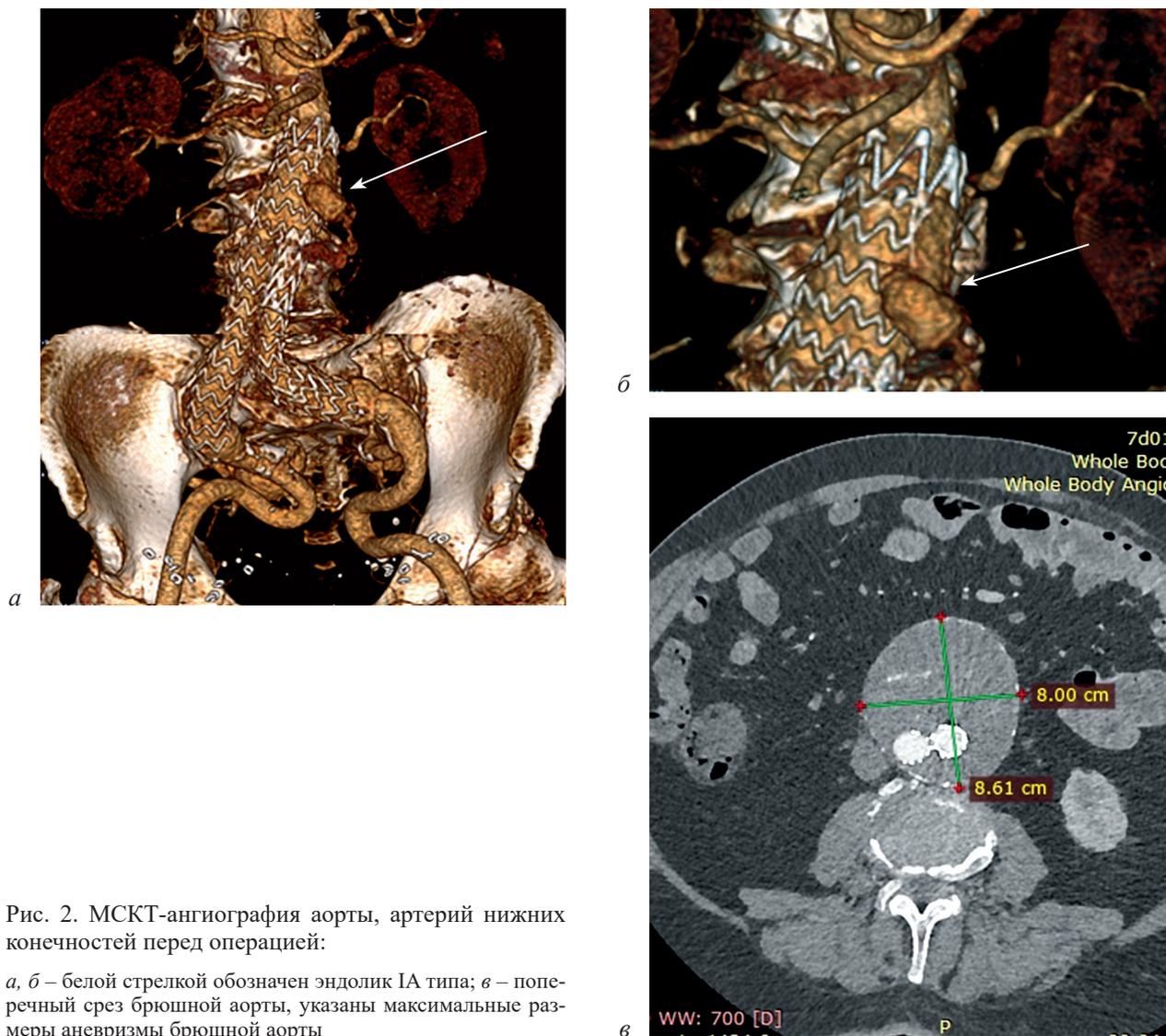


Рис. 2. МСКТ-ангиография аорты, артерий нижних конечностей перед операций:

*а, б* – белой стрелкой обозначен эндолик IA типа; *в* – поперечный срез брюшной аорты, указаны максимальные размеры аневризмы брюшной аорты

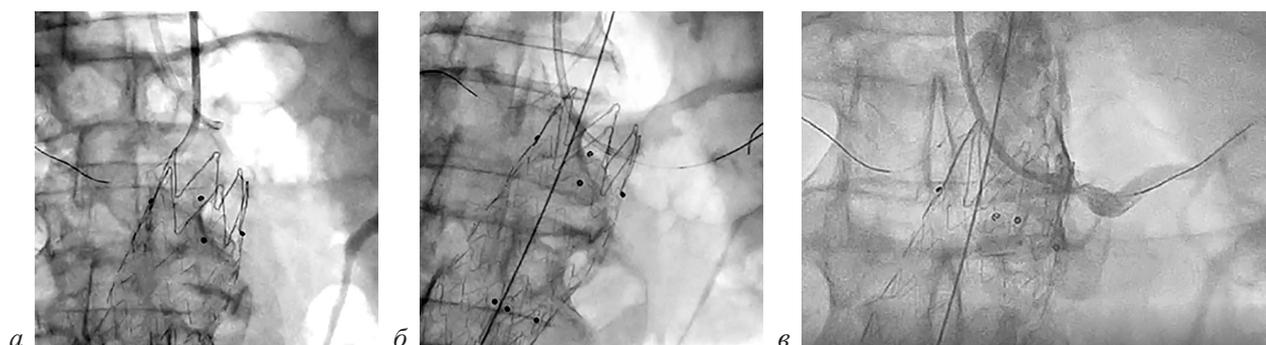


Рис. 3. Катетеризация правой (*а*) и левой (*б*) почечных артерий, ангиография левой почечной артерии (*в*)

ной артерии баллонными катетерами повышающим диаметром: 2,5 × 30, 3,5 × 15, 4,5 × 15, 5,0 × 40 мм (рис. 4). При этом при раздувании баллонных катетеров номинальным давлением они дважды лопнули, что свидетельствовало о наличии острого конца фиксирующей

цапки ранее имплантированного стент-графта в зоне устья правой почечной артерии.

Несколько попыток проведения стент-графта Bentley 6,0 × 38 мм не увенчались успехом.

Принято решение имплантировать в устье левой почечной артерии ригидный стент для

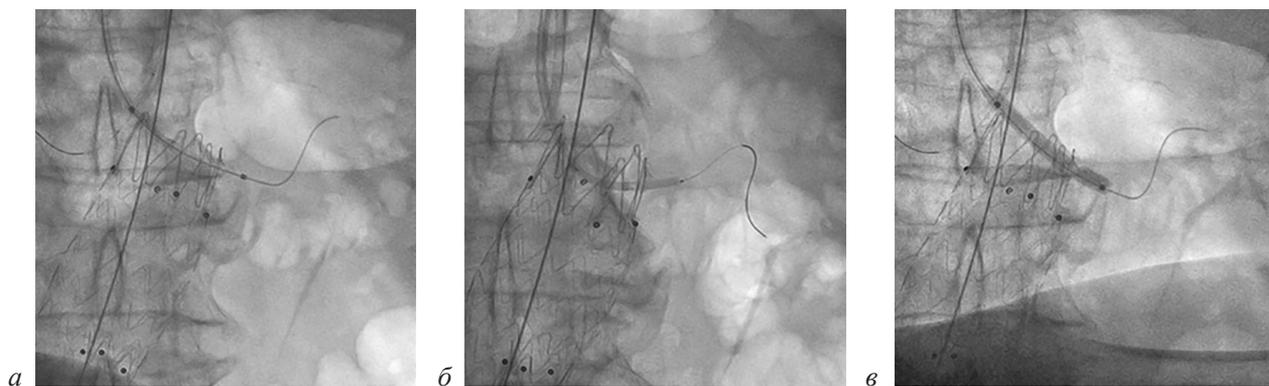


Рис. 4. Баллонная ангиопластика левой почечной артерии:

*а* – проведение баллонного катетера 2,5×30 мм в левую почечную артерию; *б* – баллонная ангиопластика устья левой почечной артерии баллонным катетером 2,5×30 мм; *в* – баллонная ангиопластика устья левой почечной артерии баллонным катетером 5,0×40 мм

обеспечения свободного прохождения стент-графта.

С техническими трудностями выполнено проведение, позиционирование и имплантация в левую почечную артерию от устья стента Express Vascular LD 6,0×18 мм под давлением 15 атм. На контрольной ангиографии отмечается резидуальный стеноз 25% в проксимальной части имплантированного стента (рис. 5).

Далее выполнена селективная катетеризация левой почечной артерии интродьюсером SheathLess 6 F в левую почечную артерию, а через только что имплантированный стент в почечную артерию проведен и позициони-

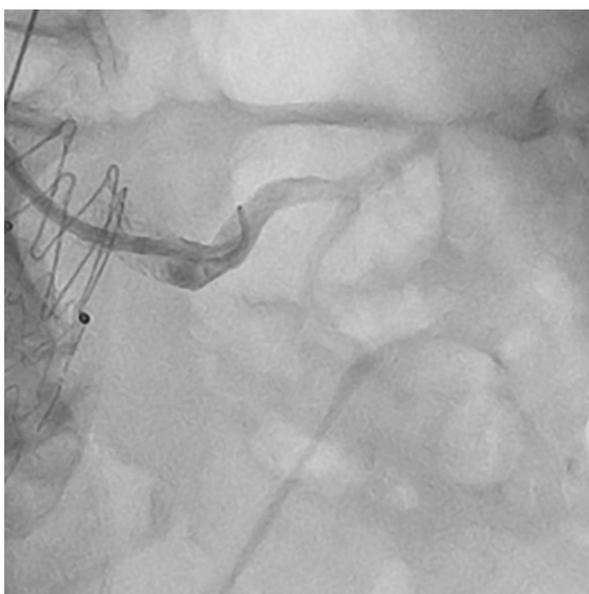


Рис. 5. Ангиография левой почечной артерии после имплантации стента Express Vascular LD 6,0×18 мм

рован с выходом в аорту стент-графт Bentley 6,0×38 мм (рис. 6).

Через трансфеморальный интродьюсер с помощью проводника 0,035" диагностический катетер JR 6 F проведен в нисходящий отдел аорты, выполнена смена проводника на Amplatz Super Stiff 260 см. По проводнику в брюшной отдел аорты проведен и позиционирован под контролем ангиографии дополнительный компонент стент-графта Endurant II ETCF3232C49. Выполнено стентирование левой почечной артерии с выходом в аорту стент-графтом Bentley 6,0×38 мм под давлением в баллоне до 14 атм (рис. 7).

Затем выше устья левой почечной артерии имплантирован дополнительный компонент стент-графта Endurant II. Смена системы доставки на интродьюсер 12 F. После этого при помощи баллонного катетера Reliant (в аорте) и баллонного катетера 6,0×38 мм

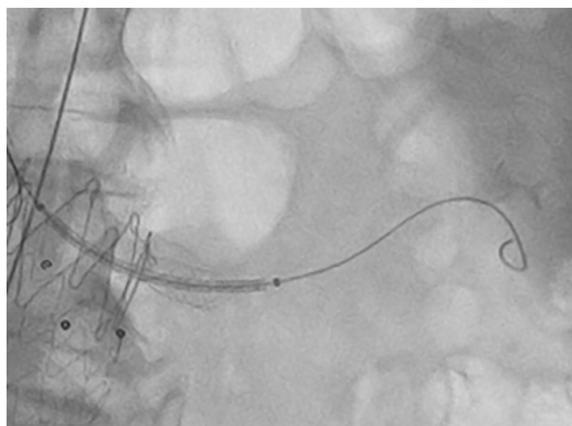


Рис. 6. Проведение стент-графта Bentley 6,0×38 мм в левую почечную артерию

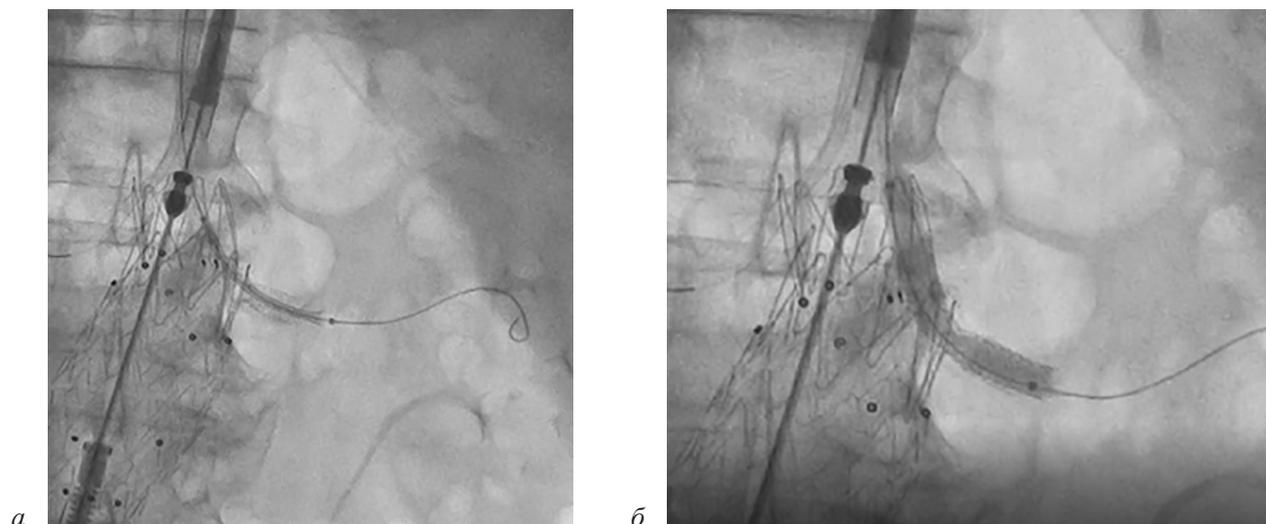


Рис. 7. Проведение и позиционирование в аорте дополнительного компонента стент-графта Endurant II (а), стентирование левой почечной артерии с выходом в аорту стент-графтом Bentley 6,0×38 мм (б)

(в почечной артерии) выполнена киссинг-дилатация стент-графтов (рис. 8).

При контрольной ангиографии стент-графты проходимы, с оптимальным прилеганием (рис. 9). Кровоток в правой почечной артерии не компрометирован. Катетеры и интродьюсеры удалены. Наложены асептические давящие повязки на местах пункций правой и левой плечевых артерий. Хирургический гемостаз области доступа слева. Наложены асептические давящие повязки. Контрастное вещество Ультравист 370, общий объем 300 мл.

Течение раннего п/о периода осложнено развитием острой почечной недостаточности, контрастиндуцированной нефропатии со снижением СКФ до уровня ЗБ.

После проведения оперативного вмешательства отмечалось снижение гемоглобина до

83 г/л, нарастание креатинина до 252 мкмоль/л. В ОАР пациенту перелита эритроцитарная взвесь (2 дозы). Анализы крови от 03.02.2025 г.: креатинин 113,7 мкмоль/л, гемоглобин 90 г/л, тромбоциты  $111 \times 10^9/\text{л}$ , АЧТВ 29. После стабилизации состояния на 5-е сутки после операции пациент переведен в палату отделения сосудистой хирургии, выписан на 11-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии, с рекомендациями.

Через 2 мес после операции (09.04.2025 г.) на фоне нормализации почечной функции, нормальных значений креатинина пациенту выполнена МСКТ-ангиография брюшной аорты. КТ-данных о наличии затеков, тромботических изменений стентированной брюшной аорты, общих подвздошных артерий не получено (рис. 10).

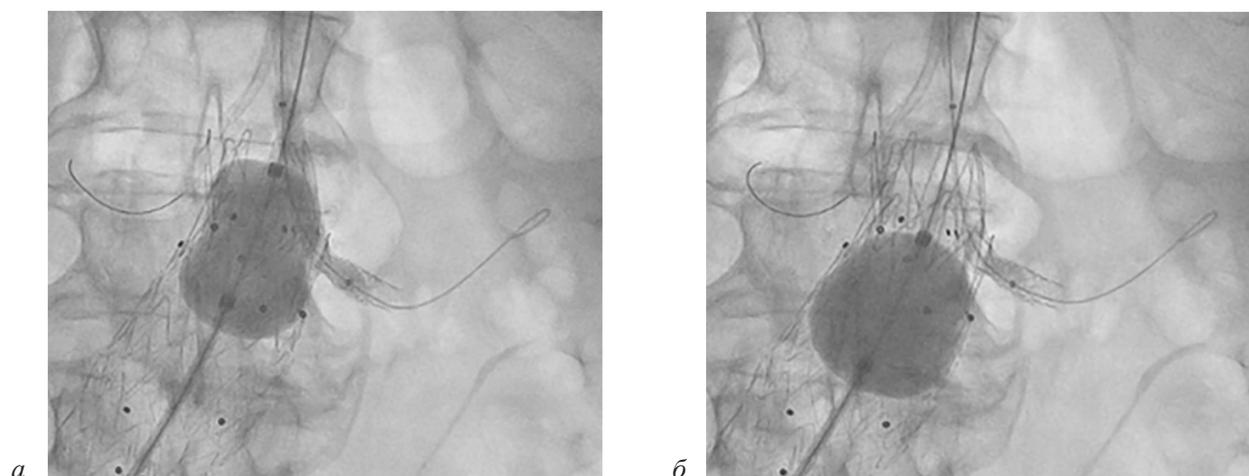


Рис. 8. Баллонная ангиопластика аортального (а, б) и почечного (б) стент-графтов

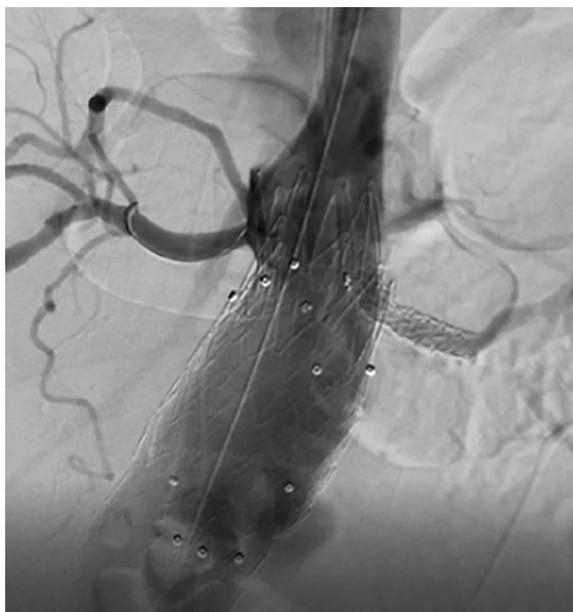


Рис. 9. Ангиография в конце операции



Рис. 10. МСКТ-ангиография аорты, артерий нижних конечностей через 2 мес после операции

### Обсуждение

#### Чем интересен этот клинический случай?

*Особенности перед операцией.* Пациент старческого возраста, наличие гигантской инфраренальной аневризмы брюшной аорты, в анамнезе ЭЛАБА 15 лет назад, эндолик IA типа,

риски разрыва аневризмы очень высокие, системно в течение 15 лет находился под контролем, множественные МСКТ- и УЗДГ-исследования, в последний раз – 14 мес назад. Неблагоприятный фон – мультиморбидность, старческая астения, высокий риск делирия, анемия средней степени тяжести, хроническая болезнь почек, необходимость срочного выполнения операции. Учитывая наличие множества сопутствующих заболеваний и крайне высокий риск и сложность открытого хирургического вмешательства, пациент сделал выбор в пользу эндоваскулярной хирургии, в том числе из-за доверия хирургу, оперировавшему 15 лет назад.

*Особенности оперативного вмешательства.* Необходимость нескольких артериальных доступов: плечевые – для контроля и для эндоваскулярного вмешательства в обеих почечных артериях, бедренный – для имплантации дополнительного компонента стент-графта. Критический ригидный кальцинированный стеноз устья почечной артерии; множественные неудачные попытки баллонной ангиопластики правой почечной артерии, находящейся в зоне прилегания к аортальной стенке проксимальной фиксирующей металлической короны с острыми цапками ранее имплантированного стент-графта и необходимость использования баллонных катетеров и проводников различной жесткости, гибкости, длины и диаметра; необходимость сохранения проходимости почечной артерии, что потребовало «предварительной» установки стента большей жесткости в левую почечную артерию с целью обеспечения проведения стент-графта Bentley для реализации методики стентирования Chimney (рис. 11); увеличение про-

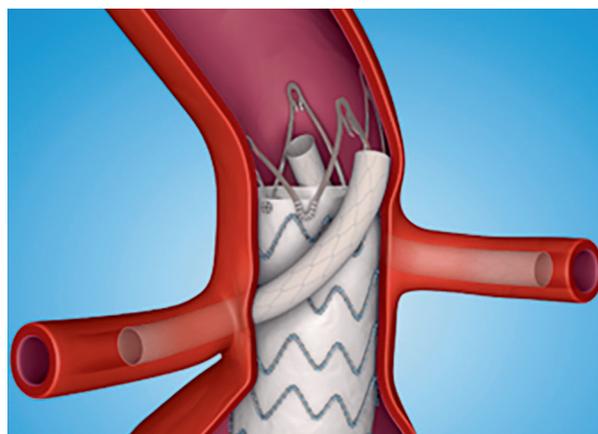


Рис. 11. Схема техники Chimney [20]

должительности операции вследствие вынужденной многоэтапности. Представленная методика проведения стент-графта в почечную артерию авторами статьи в доступной литературе не найдена.

*Особенности после вмешательства.* Развившаяся острая почечная недостаточность, прогрессирующее исходной анемии, потребовавшей проведения гемотрансфузии, высокие риски развития делирия, высокие риски декомпенсации сопутствующих заболеваний.

### Тактика лечения

Учитывая наличие эндолика и гигантской аневризмы брюшного отдела аорты, пациенту была показана операция в срочном порядке. Проведение открытой протезирующей операции объективно было невозможно, принимая во внимание возраст пациента, тяжелую мультиморбидность, наличие других гериатрических синдромов.

В литературе описано много различных способов устранения эндолика I типа: ангиопластика проксимальной зоны имплантации графта, имплантация Palmaz-стента, установка аортальной манжеты в комбинации с имплантацией стентов в почечные артерии в различных вариантах, использование фенестрированного стент-графта, применение фиксаторов EndoAnchors, эмболизация эндолика (обычно выполняют в сочетании с другими методиками лечения), открытые операции [13, 21, 22].

Часто окончательное подтверждение наличия эндолика возможно только на операционном столе, после проведения прямой ангиографии. Выбор метода устранения эндолика зависит от анатомии аорты, расположения стент-графта по отношению к почечным артериям. Так, при расстоянии между графтом и нижней почечной артерией менее 3 мм рекомендуется выполнять ангиопластику, при расстоянии более 5 мм – установку аортальной (aortic cuff) манжеты и баллонную ангиопластику шейки аорты. При сохранении эндолика в такой ситуации показана имплантация Palmaz-стента, что позволяет надежно предотвратить рецидив эндолика [21].

По данным литературы [22], технический успех при установке проксимального графта до уровня почечных артерий был достигнут в 98% случаев, при применении фенестрированного графта – в 86,2%, эмболизации – в 95,2%.

При выполнении баллонной ангиопластики проксимальной части стент-графта [13] в 3,4% случаев в отдаленном периоде после операции был выявлен эндолик IA типа, что потребовало повторного эндоваскулярного вмешательства с установкой Palmaz-стента, применения аортальных фиксаторов и в ряде случаев открытых операций. Одним из редких способов вмешательства при эндолике IA типа является обвязка шейки аневризмы в области фиксации графта тefлоновой лентой или гофрированным протезом [18], что менее травматично по сравнению с полной ревизией стент-графта, но сложно технически.

Выбор тактики эндоваскулярного лечения, планирование операции и интраоперационные решения были обусловлены максимально возможным персонализированным подходом и полностью себя оправдали. По нашему мнению, расширение проксимальной части аорты явилось причиной возникновения эндолика через такой долгий срок после первоначальной операции ЭЛАБА. Несмотря на имплантацию стент-графта, аорта всегда продолжает «жить» своей жизнью: постоянная пульсация аорты, прогрессирующее заболевание приводят к растяжению аортального мешка аневризмы, несостоятельности имплантированного стент-графта. В связи с этим необходим ежегодный контроль состояния стент-графта.

Эндоваскулярное вмешательство в такой сложной ситуации, проведенное 15 лет назад и сейчас, позволило сохранить пациенту не только жизнь, но и ее качество: в 86 лет он продолжает работать, ведет активный образ жизни.

Данное клиническое наблюдение является примером, демонстрирующим эффективность эндоваскулярного метода лечения при наличии эндоликов у пациентов пожилого и старческого возраста, ранее перенесших ЭЛАБА, и безопасность этого метода лечения. Своевременный и агрессивный эндоваскулярный подход к лечению достоверно продлевает жизнь таких пациентов, устраняя очевидную причину неблагоприятного исхода.

Малоинвазивность и малотравматичность эндоваскулярной хирургии по сравнению с открытой сосудистой хирургией, с одной стороны, и развитие новых технологий, методик и инструментария, увеличивающих возможности эндоваскулярной хирургии, с другой стороны, позволяют значительно улучшать ближайшие и отдаленные результаты лечения

данной группы пациентов, в том числе при наличии тяжелых сопутствующих заболеваний.

Надлежащий отбор пациентов и тщательное процедурное планирование, включая выбор доступа к артериальному руслу, типа и размера стентов, стент-графтов, а также правильный послеоперационный уход, в том числе соответствующие реабилитационные мероприятия, способствуют снижению риска смертности при наличии эндоликов у пациентов старческого возраста, перенесших ЭЛАБА.

Каковы были бы результаты лечения нашего пациента, если бы 15 лет назад во время проведения ЭЛАБА использовались эндофиксаторы? Как известно, история не знает сослагательного наклонения, а в то время эндофиксаторы находились в стадии исследовательского внедрения в клинику и в России были недоступны.

### Заключение

С учетом увеличения продолжительности жизни и доли лиц старше 75 лет практика интервенционного лечения сердечно-сосудистых заболеваний должна развиваться в соответствии с потребностями пожилых пациентов. По мере приближения к старческому возрасту пациенты накапливают «большие истории» множественных открытых и эндоваскулярных операций с различными отдаленными результатами и необходимостью повторных вмешательств. И, как правило, пожилые пациенты и для первичного, и для повторных операций предпочитают процедуры, лечение, вмешательства, которые позволяют им быстро восстановиться, сократить продолжительность пребывания в больнице и улучшить качество жизни.

Таким образом, будущие исследования, развитие в том числе эндоваскулярной хирургии должны быть направлены на оптимизацию приоритетов этой группы пациентов [3]. С каждым годом наблюдается последовательное увеличение числа пациентов пожилого и старческого возраста с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, нуждающихся в хирургическом лечении. И хотя многие хирургические операции у пожилых больных улучшают качество жизни и увеличивают ее продолжительность, баланс между ожидаемой пользой и рисками неблагоприятных событий по-прежнему остается ключевым вопросом.

Поэтому для лечения данной категории больных продолжается поиск оптимальных стратегий, которые до настоящего времени четко не определены, в то же время предлагаемые тактические и лечебные подходы являются предметом пристального изучения и дискуссии.

Особенности течения ССЗ и высокая частота гериатрических синдромов обуславливают сложность диагностики и лечения данной популяции пациентов, но старческий возраст не должен исключать возможность эффективного, радикального лечения ССЗ, хирургических осложнений.

Конечные цели лечения и предпочтения отдельных пациентов должны оставаться основным фактором при принятии решения о проведении интервенционного лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пожилых пациентов [23].

Приоритетной задачей здравоохранения является накопление, систематизация новых знаний по вопросам эндоваскулярного лечения различных ССЗ у пациентов пожилого и старческого возраста, разработка протоколов и рекомендаций по ведению пациентов в периоперационный период.

### Литература/References

1. United Nations Department of Economic and Social Affairs. Population division. World Population Ageing 2017. [https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesa\\_pd-2020\\_world\\_population\\_ageing\\_highlights.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesa_pd-2020_world_population_ageing_highlights.pdf) (accessed 1 November 2017).
2. Дуплякова П.Д., Павлова Т.В., Дупляков Д.В. Анализ исходов у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в возрасте 90 лет и старше – опыт одного центра. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28 (4S): 5706. DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5706  
Duplyakova P.D., Pavlova T.V., Duplyakov D.V. Analysis of outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction aged 90 years and older: a single center experience. *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28 (4S): 5706 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5706
3. Damluj 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
4. Хубулава Г.Г., Светликов А.В., Володось Н.Л. История неоспоримого мирового приоритета в изобретении сосудистого эндопротеза. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2017; 176 (3): 95–98. DOI: 10.24884/0042-4625-2017-176-3-95-98  
Khbulava G.G., Svetlikov A.V., Volodos N.L. History of unquestioned world priority in invention of vascular endoprosthesis. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2017; 176 (3): 95–98 (in Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2017-176-3-95-98

5. Feghali A., Clegg D.J., Bailey P., Amankwah K.S. Utilization of intravascular ultrasound and aptus Heli-Fx EndoAnchors for a complex type Ia endoleak repair. *Ann. Vasc. Surg.* 2021; 71: 535.e1–535.e5. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.09.012
6. Karaolani G., Antonopoulos C.N., Koutsias S., Antoniou G.A., Beropoulos E., Torsello G. et al. Outcomes of endosutured aneurysm repair with the Heli-FX EndoAnchor implants. *Vascular.* 2020; 28 (5): 568–576. DOI: 10.1177/1708538120923417
7. Patel R., Sweeting M.J., Powell J.T., Greenhalgh R.M.; EVAR trial investigators. Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm in 15-years' follow-up of the UK endovascular aneurysm repair trial 1 (EVAR trial 1): a randomised controlled trial. *Lancet.* 2016; 388 (10058): 2366–2374. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31135-7
8. Wanhainen A., Verzini F., Van Herzele I., Allaire E., Bown M., Cohnert T. et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2019; 57 (1): 8–93. DOI: 10.1016/j.ejvs.2018.09.020
9. Chaikof E.L., Dalman R.L., Eskandari M.K., Jackson B.M., Lee W.A., Mansour M.A. et al. The Society for Vascular Surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm. *J. Vasc. Surg.* 2018; 67 (1): 2–77.e2. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.10.044
10. Светликов А.В., Сухоручкин В.А., Иртыга О.Б., Абугов С.А., Акчурин Р.С., Алексеева Д.В. и др. Аневризмы брюшной аорты (рекомендации российских экспертов). *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского.* 2024; 30 (3): 61–120. DOI: 10.33029/1027-6661-2024-30-3-61-120  
Svetlikov A.V., Sukhoruchkin V.A., Irtyuga O.B., Abugov S.A., Akchurin R.S., Alekseeva D.V. et al. Abdominal aortic aneurysms (Russian experts' guidelines). *Angiology and Vascular Surgery. Journal named after Academician A.V. Pokrovsky.* 2024; 30 (3): 61–120 (in Russ.). DOI: 10.33029/1027-6661-2024-30-3-61-120
11. Kärkkäinen J.M., Tenorio E.R., Jain A., Mendes B.C., Macedo T.A., Pather K. et al. Outcomes of target vessel endoleaks after fenestrated-branched endovascular aortic repair. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (2): 445–455. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.09.055
12. Ameli-Renani S., Morgan R.A. Secondary interventions after endovascular aneurysm sac sealing: endoleak embolization and limb-related interventions. *Semin. Vasc. Surg.* 2016; 29 (1–2): 61–67. DOI: 10.1053/j.semvasc.2016.07.001
13. Van Slambrouck J., Mufty H., Maleux G., Houthoofd S., Devooght A., Slots C. et al. The impact of type Ia endoleak on the long-term outcome after EVAR. *Acta Chir. Belg.* 2021; 121 (5): 333–339. DOI: 10.1080/00015458.2020.1794337
14. Quinn A.A., Mehta M., Teymouri M.J., Keenan M.E., Paty P.S.K., Zhou Y. et al. The incidence and fate of endoleaks vary between ruptured and elective endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2017; 65 (6): 1617–1624. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.10.092
15. Бартош Ф.Л., Сивушина С.В., Дудин Д.С., Базылев В.В. Возможности дуплексного сканирования в оценке эндоликков после эндопротезирования брюшной аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского.* 2021; 3: 28–33. DOI: 10.33529/ANGIO2021304  
Bartosh F.L., Sivushchina S.V., Dudin D.S., Bazylev V.V. Possibilities of duplex scanning in assessment of endoleaks after abdominal aorta endoprosthesis repair. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named after Academician A.V. Pokrovsky.* 2021; 3: 28–33 (in Russ.). DOI: 10.33529/ANGIO2021304
16. Buijls R.V., Zeebregts C.J., Willems T.P., Vainas T., Tielli I.F. Endograft sizing for endovascular aortic repair and incidence of endoleak type IA. *PLoS One.* 2016; 11 (6): e0158042. DOI: 10.1371/journal.pone.0158042
17. Chen J., Stavropoulos S.W. Management of endoleaks. *Semin. Intervent. Radiol.* 2015; 32 (3): 259–264. DOI: 10.1055/s-0035-1556825
18. Tashima Y., Tamai K., Shirasugi T., Sato K., Yamamoto T., Imamura Y. et al. Successful aortic banding for type IA endoleak due to neck dilatation after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: case report. *Ann. Vasc. Dis.* 2017; 10 (3): 265–269. DOI: 10.3400/avd.cr.17-00007
19. Ameli-Renani S., Pavlidis V., Morgan R.A. Secondary endoleak management following TEVAR and EVAR. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2020; 43 (12): 1839–1854. DOI: 10.1007/s00270-020-02572-9
20. Donas K.P. A practical guide to chimney endovascular aneurysm repair (ChEVAR). *Vascular News*, January 2021, Educational Supplement. Available at: <https://vascularnews.com>
21. Rajani R.R., Arthurs Z.M., Srivastava S.D., Lyden S.P., Clair D.G., Eagleton M.J. Repairing immediate proximal endoleaks during abdominal aortic aneurysm repair. *Vasc. Surg.* 2011; 53 (5): 1174–1177. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.11.095
22. Perini P., Bianchini Massoni C., Mariani E., Ucci A., Fanelli M., Azzarone M., Freyrie A. Systematic review and meta-analysis of the outcome of different treatments for type Ia endoleak after EVAR. *Ann. Vasc. Surg.* 2019; 60: 435–446.e1. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.03.032
23. 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

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137.2-007.64-089.819.5

## Эндоваскулярное лечение гигантской изолированной аневризмы внутренней подвздошной артерии в сочетании с артериовенозной мальформацией нижних конечностей

З.А. Кавтеладзе<sup>1,2</sup>, С.Ю. Даниленко<sup>1,2</sup>✉, П.М. Ермолаев<sup>1,2</sup>, О.Н. Ткачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский геронтологический научно-клинический центр (РГНКЦ) ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

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

**Кавтеладзе Заза Александрович**, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела сердечно-сосудистой и эндоваскулярной хирургии<sup>1</sup>, заведующий лабораторией экстренной сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии<sup>2</sup>; orcid.org/0000-0003-0617-2332

✉ **Даниленко Сергей Юрьевич**, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-0887-0946, e-mail: dooctor@yandex.ru

**Ермолаев Павел Михайлович**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6247-3872

**Ткачева Ольга Николаевна**, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, директор РГНКЦ; orcid.org/0000-0002-4193-688X

### Резюме

Изолированные аневризмы внутренней подвздошной артерии встречаются крайне редко и составляют около 0,4% всех аневризм. Обычно они протекают бессимптомно и диагностируются на основании гастроэнтерологических, урологических или неврологических проявлений. Поскольку большинство симптомов не связано напрямую с сосудистой системой, диагностика таких аневризм часто запоздалая. Как правило, аневризмы подвздошных артерий чаще встречаются у пожилых людей, в меньшей степени у женщин, в соотношении мужчин и женщин 6:1. Верификация аневризм такой локализации затруднена из-за анатомического расположения. Разрыв аневризмы является опасным осложнением, приводящим к высокой смертности, которая, по данным литературы, колеблется от 7 до 45% как при плановых, так и при экстренных операциях. За последнее десятилетие эндоваскулярные методики стали признанной альтернативой открытой сосудистой хирургии, особенно для пожилых пациентов с многочисленными сопутствующими заболеваниями.

В данной статье представлен клинический случай успешного поэтапного эндоваскулярного лечения гигантской изолированной аневризмы внутренней подвздошной артерии в сочетании с артериовенозной мальформацией с применением модифицированных устройств окклюзии артерий. Изучены клинические результаты лечения в сроки 12 мес.

**Ключевые слова:** изолированная гигантская аневризма, аневризма внутренней подвздошной артерии, эмболизация аневризмы подвздошной артерии, артериовенозная мальформация, эмболизация мальформации, эндоваскулярное лечение

**Для цитирования:** Кавтеладзе З.А., Даниленко С.Ю., Ермолаев П.М., Ткачева О.Н. Эндоваскулярное лечение гигантской изолированной аневризмы внутренней подвздошной артерии в сочетании с артериовенозной мальформацией нижних конечностей. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 384–397. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-384-397

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 08.07.2025  
Принята к печати 29.08.2025

## Endovascular treatment of giant isolated aneurysm of the internal iliac artery combined with arterio-venous malformation of the lower extremities

Z.A. Kavteladze<sup>1,2</sup>, S.Yu. Danilenko<sup>1,2</sup>✉, P.M. Ermolaev<sup>1,2</sup>, O.N. Tkacheva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian Gerontological Scientific and Clinical Center (RGSCC), Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

**Zaza A. Kavteladze**, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Cardiovascular and Endovascular Surgery  
Department<sup>1</sup>, Head of the Laboratory of Emergency Vascular and X-ray Endovascular Surgery<sup>2</sup>;  
orcid.org/0000-0003-0617-2332

✉ **Sergey Yu. Danilenko**, Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0887-0946,  
e-mail: dooctor@yandex.ru

**Pavel M. Ermolaev**, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6247-3872

**Olga N. Tkacheva**, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,  
Director RGSCC; orcid.org/0000-0002-4193-688X

### Abstract

Isolated internal iliac artery aneurysms are exceedingly rare, accounting for approximately 0.4% of all aneurysms. They are usually asymptomatic and are diagnosed on the basis of gastrointestinal, urological, or neurological presentations. Because most symptoms are not directly related to the vascular system, the diagnosis of such aneurysms is often delayed. As a rule, iliac artery aneurysms occur more frequently in older individuals and less commonly in women, with a male-to-female ratio of 6:1. Diagnostic confirmation of aneurysms at this location is challenging due to their anatomical position. Rupture of an aneurysm is a hazardous complication associated with high mortality, which, according to the literature, ranges from 7% to 45% for both elective and emergency operations. Over the past decade, endovascular techniques have become a recognized alternative to open vascular surgery, particularly for elderly patients with multiple comorbidities.

This article presents a clinical case of successful staged endovascular treatment of a giant isolated internal iliac artery aneurysm in combination with an arteriovenous malformation, using modified arterial occlusion devices. Clinical outcomes were assessed at 12 months.

**Keywords:** isolated giant aneurysm, internal iliac artery aneurysm, iliac artery aneurysm embolization, arteriovenous malformation, malformation embolization, endovascular treatment

**For citation:** Kavteladze Z.A., Danilenko S.Yu., Ermolaev P.M., Tkacheva O.N. Endovascular treatment of giant isolated aneurysm of the internal iliac artery combined with arterio-venous malformation of the lower extremities. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 384–397 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-384-397

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

Received July 8, 2025  
Accepted August 29, 2025

## Введение

Под изолированными аневризмами подвздошных артерий подразумевается двукратное увеличение диаметра пораженной артерии по сравнению с артерией без аневризматического расширения на контралатеральной стороне, на том же уровне. Заболевание часто носит двухсторонний характер.

Распространенность изолированных аневризм подвздошных артерий варьирует от 0,03 до 0,1%, по данным аутопсийных исследований [1, 2]. А как случайные интраоперационные находки у пациентов, перенесших сосудистую операцию, они выявляются в менее чем 2% случаев [3]. Изолированные аневризмы подвздошных артерий склонны к спонтанному разрыву [4] – до 40% случаев [5], с сопутствующей смертностью до 80% [6, 7]. При наличии аневризмы брюшной аорты (АБА) аневризмы подвздошных артерий встречаются значительно чаще, до 40% случаев [8]. Распространенным этиологическим фактором развития аневризмы внутренних подвздошных артерий (ВПА) является дегенеративный процесс сосудистой

стенки, в основном связанный с атеросклерозом, в то время как инфекция, травмы, заболевания соединительной ткани и артериальной стенки, редко – травматические роды, роды с применением щипцов или кесарево сечение связаны с патогенезом [4, 5, 9].

Распространенность артериовенозных мальформаций (АВМ) таза и нижних конечностей составляет менее 1% в общей популяции. Две трети пациентов с АВМ таза – женщины [10]. Спонтанный разрыв или интраоперационное кровотечение могут привести к критическому повреждению органов и смертности [11]. Симптоматика тазовых АВМ сильно варьирует из-за их расположения в полости брюшины, включая пациентов с тяжелым ишемическим колитом и бессимптомных пациентов [11, 12]. Многие случайные находки тазовых АВМ были описаны как вторичные новообразования или травмы таза [11]. Крайне редко такие АВМ определяются как врожденные, особенно у пациентов мужского пола. В литературе имеется ограниченное количество исследований, касающихся распространенности и диагностики АВМ таза [11, 13–15].

На сегодняшний день нет достоверной информации о распространенности АВМ в сочетании с аневризмами внутренних подвздошных артерий.

### Показания для лечения аневризм внутренних подвздошных артерий

Аневризмы ВПА (АВПА) подлежат лечению при размере более 30–40 мм. В большинстве случаев АВПА остаются бессимптомными до разрыва [5, 16, 17]. Однако при симптоматическом течении могут проявляться болями в животе, болью или симптомами, вызванными давлением или эрозией прилегающих анатомических структур. Средняя скорость роста аневризмы достигает 4 мм/год [16]. По данным исследования F.R. Dix et al., средний размер изолированной АВПА при диагностике составлял 77 мм (от 20 до 130 мм), а смерть была в значительной мере связана с ее разрывом. Линейная связь между риском разрыва и размером АВПА пока не найдена, но очевидно, что увеличение размера ассоциируется с более высоким риском разрыва, как и у пациентов с аортоподвздошными аневризмами [5, 9]. Также не существует документально подтвержденной связи между разрывом аневризмы и возрастом пациента [5].

Считается, что за аневризмами размером до 3 см можно безопасно наблюдать, а при быстром росте аневризмы от 3 до 4 см следует рассматривать возможность ее исключения из кровотока. Скорость роста аневризмы определить сложнее. Небольшие аневризмы (<3 см) расширяются с меньшей скоростью, в среднем 1,1 мм/год, тогда как скорость роста аневризм размером более 3 см увеличивается быстрее и в среднем составляет 2,6 мм/год [18]. Непредсказуемый характер роста аневризмы требует гибкого и индивидуального подхода к лечению каждого пациента. Лечение АВПА изучено недостаточно хорошо из-за относительной редкости этой патологии. Тем не менее текущее понимание естественного течения указывает на рост и возможный разрыв.

Симптомные аневризмы внутренней подвздошной артерии и пациенты с аневризмами размером более 50 мм должны подвергаться хирургическому или эндоваскулярному лечению [19]. Консервативное лечение связано с продолжением расширения аневризмы и гораздо более высокой операционной смертностью

при ее остром разрыве (33–50%) по сравнению с плановым лечением (7–11%) из-за неконтролируемого массивного кровотечения и сложности оперативного вмешательства [5, 16].

### Хирургическое лечение

Открытое хирургическое вмешательство – технически сложная операция, поскольку АВПА располагаются глубоко в тазу и соприкасаются со многими органами и выделение этих аневризм, доступ к шейке, перевязка ветвей притока и оттока связаны с высоким риском осложнений. Смертность при плановых операциях составляет около 11%, в экстренных ситуациях она приближается к 40–60% [20]. 30-дневная летальность и частота осложнений достигают 10 и 16% соответственно [21], поэтому открытое хирургическое вмешательство рекомендовано выполнять только у тех пациентов, которые не подходят для эндоваскулярного лечения [16]. При выборе метода лечения следует учитывать размер аневризмы, вовлечение других сегментов аорты, наличие двустороннего или одностороннего поражения, симптомы компрессии, а также проходимость ветвей подвздошных артерий. Открытые хирургические методы предполагают перевязку проксимального и/или дистального притока аневризмы, резекцию всей аневризмы с реваскуляризацией оттока, а также проксимальное лигирование с эндоаневризморафией [4, 5, 8].

Исторически сложилось так, что операция по удалению аневризмы включала в себя проксимальное лигирование аневризмы [22–24]. А. MacLaren выполнил первое успешное лигирование АВПА у женщины, у которой были сложные и травматичные инструментальные роды [24]. Преимуществом только проксимального лигирования является небольшой доступ и перевязка проксимального притока, снижающие риск кровотечения. Однако аневризма может заполниться за счет ретроградного кровотока с риском позднего разрыва, и этот метод не позволяет справиться с компрессией [25, 26]. Проксимальное и дистальное лигирование в комбинации являются эффективным методом лечения с меньшим риском рецидива, но с большим риском операционного кровотечения. В идеале все притоки, ведущие в аневризму, также должны быть перевязаны [27]. Исключение аневризмы (перевязка проксимальной части с оставлением в покое дисталь-

ной части), представляется эффективным при небольших, локализованных проксимальных АВПА. Однако при глубоком распространении в малом тазу исключение оказывается неэффективным [28] и рекомендуется длительное наблюдение с контролем роста аневризмы по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

Хирургическое иссечение всей аневризмы достаточно опасно, сопровождается высокой смертностью из-за повышенного риска кровоизлияния или повреждения близлежащих структур [4, 5].

В ранних описаниях хирургического лечения во многих случаях выполнялось иссечение всей аневризмы, но при этом возникало сильное кровотечение, усугубляемое венозным застоном из-за обструкции тазовых вен, что приводило к высокой смертности [29]. Некоторые авторы не рекомендуют иссечение в экстренной ситуации из-за риска кровоизлияния или повреждения близлежащих структур, особенно мочеочника, который часто прилегает к стенке аневризмы вследствие перианевризматического фиброза [30]. Восстановление без полной резекции задней стенки артерии может предотвратить массивное кровотечение [31].

Облитерирующая эндоаневризморафия, при которой вскрываются аневризматический мешок и остиальные ветви [22], подходит только для односторонней АВПА, поскольку двусторонняя эндоаневризморафия может быть связана с некрозом ягодиц, колитом и параличом [32, 33]. Интерпозиция трансплантата часто используется для обеспечения непрерывности кровотока в тазу, особенно при двусторонних аневризмах, и должна быть выполнена по крайней мере с одной стороны. Сложность операции в том, что из-за большого размера аневризмы, венозной обструкции затруднен доступ к дистальным сосудам и забрюшинной гематоме. Дистальные сосуды, проходящие через седалищный канал, могут вызвать обширное кровотечение, если их не фиксировать, но их можно контролировать с помощью баллонного катетера [34]. Некроз ягодиц ассоциируется с очень плохим исходом: в исследовании Z.M. Вao смертность составила 100% [32]. Молодые пациенты благополучно переносят двустороннее лигирование аневризмы, но риск все равно остается [35].

Для лечения АВПА с выраженными симптомами сдавления следует применять хирур-

гические методы, в том числе приводящую декомпрессию. Но современные технологии и устройства позволяют использовать эндоваскулярный подход, при максимальной эмболизации притоков и оттоков и с возможностью удаления крови из мешка после его полной изоляции. Лечение АВПА двусторонней локализации является сложной задачей, поскольку важно сохранить кровоток тазовых органов. Исключение обеих внутренних подвздошных артерий связано с повышенным риском серьезных ишемических осложнений.

### Эндоваскулярное лечение

В последние годы эндоваскулярная хирургия стала альтернативой открытому хирургическому вмешательству. У пожилых людей и пациентов с сопутствующими заболеваниями, соответствующей подвздошной анатомией (наличие проксимальной и дистальной шейки, отсутствие извитостей и достаточный диаметр) эндоваскулярное лечение также считается методом первичного выбора лечения. В литературных источниках сообщается о высоких показателях успешности эндоваскулярного лечения [36]. На основании средне- и долгосрочных результатов было показано, что эндоваскулярное лечение является эффективным и безопасным методом. Смертность составляет менее 2%, а частота рецидивов не превышает 20% [21, 37].

Абсолютных противопоказаний к эндоваскулярному лечению нет, кроме тех, которые относятся к чрескожным вмешательствам в целом, – это кровотечения, тяжелая коагулопатия и сепсис. Ключевой задачей является исключение аневризматического мешка из артериального кровообращения. Этого можно достичь с помощью эмболизации спиралью, установки эндоваскулярного окклюдера, имплантации стент-графта или введения клея и человеческого тромбина [5]. Технический успех эндоваскулярного лечения бессимптомных АВПА приближается к 100%, при общей смертности 0–5,5%, частота периоперационных и отсроченных осложнений достигает 20% [19].

### Методы эндоваскулярного лечения

*Эмболизация.* Менее инвазивные методы лечения АВПА стали доступны в начале 1980-х

годов. Эмболизация с использованием спиралей Gianturco (Cook) была описана G.D. Perdue et al. в 1983 г. [34]. Артериография, проведенная через 3 мес после вмешательства, подтвердила полное закрытие аневризмы. H.W. Hollis et al. в 1994 г. описали чрескожную эмболизацию в сочетании с экстраанатомическим шунтированием [38]. Этот метод лечения был особенно полезен для пациентов, не подходящих для открытой операции, и позволял избежать потенциальных осложнений, связанных с дистальной эмболизацией [39].

Многие авторы сообщают об успешном лечении АВПА через трансфеморальный доступ, с минимальной травматизацией, что сопровождается быстрым восстановлением, низкой кровопотерей, меньшей потребностью в сложной анестезии и сокращением пребывания в стационаре [40]. В исследовании В. Kritpracha et al., в котором 20 пациентам была проведена эмболизация спиралью (12 дистально), у четырех пациентов оставались клинически значимые симптомы высокой хромоты, на основании чего авторы теперь рекомендуют устанавливать спирали как можно проксимальнее, во избежание вмешательства в коллатеральное кровообращение таза [41]. Риски дистальной эмболизации могут быть минимизированы путем использования проводников и катетеров с мягкими краями и сокращением манипуляций. К осложнениям относят ягодичную хромоту – 12–55% случаев и эректильную дисфункцию – 1–13% случаев [42]. Дальнейшее развитие техник и методик эндоваскулярного лечения привело к тому, что они стали применяться в основном для эмболизации внутренних подвздошных артерий. Развитие этих методов привело к исследованию эмболизации с использованием фибриновых эмболизирующих агентов. В настоящее время большинство эндоваскулярных методов лечения АВПА включает в себя комбинацию эмболизации спиралью и стентирования артерий [5].

Решение о возможной эмболизации можно принимать в зависимости от наличия шейки аневризмы. При наличии шейки длиной более 15 мм ветви ВПА могут быть первоначально эмболизированы спиралью. Если проксимальная шейка короче или отсутствует, можно рассмотреть поддержку стентом, имплантированным в наружную подвздошную артерию, и выполнить эмболизацию ветвей ВПА [4, 16].

Однако в случаях двусторонних АВПА, если проксимальные шейки составляют менее 15 мм с обеих сторон, рекомендуется открытая операция для сохранения хотя бы одной ВПА [16]. Размещение эмболических агентов должно быть как можно более проксимальным, чтобы сохранить проходимость более дистальных ветвей ВПА, а также для предотвращения компрометации коллатерального кровообращения [5].

При выполнении эмболизации возможно применение комбинации эмболизации спиралью и стентирования.

*Имплантация стент-графта.* В отличие от аневризмы аорты и общих подвздошных артерий, в настоящее время стент-графты не могут быть установлены непосредственно во внутреннюю подвздошную артерию, но аневризмы ВПА могут быть исключены путем стентирования наружной и общей подвздошных артерий. Стентирование рассматривается как эквивалент проксимальной перевязки, а эмболизация – дистальной перевязки [43]. Ранние методики предполагали хирургический доступ для имплантации стент-графта [44]. Дальнейшие достижения в области технологии позволили осуществить стентирование пункционным доступом [43, 45]. M.K. Razavi et al. выполнили elective чрескожное эндолюминальное стентирование аневризм подвздошных сосудов (не обязательно АВПА) у восьми пациентов под местной анестезией [45]. Установка стент-графта при тромбозе аневризмы была успешной у всех пациентов. Эндолики были устранены путем дальнейшей установки графта или эмболизации спиралью. Дистальных эмболий, окклюзий подвздошных артерий, инфекций, разрывов или гематом не происходило. Преимуществами данной методики являются немедленная изоляция аневризмы без необходимости общей анестезии, уменьшение кровопотери и сокращение времени пребывания в стационаре. Основным недостатком является то, что симптомы сдавления, вызванные аневризмой, не устраняются этим методом, как в случае простого лигирования. J. Synamon et al. провели успешную спиральную эмболизацию в сочетании со стентированием для окклюзии аневризмы внутренней подвздошной артерии. M. Henry et al. также описали спиральную эмболизацию АВПА в сочетании с баллонной ангиопластикой и стентированием наружной подвздошной артерии [43].

Мультиспиральная компьютерная томография через 6 мес наблюдения подтвердила полное выключение аневризмы из кровотока. Те же авторы отмечают, что в тех случаях, когда аневризма имеет небольшую шейку, данная стратегия может быть успешна, но если шейка большая, следует использовать стент-графт.

M.L. Marin et al. использовали эндоваскулярно имплантированные трансплантаты из политетрафторэтилена (ПТФЭ), подшитые к расширяемому баллоном стенту, для окклюзии различных типов аневризм подвздошных артерий у 11 пациентов. Трансплантаты были успешно установлены во всех случаях, включая две аневризмы внутренних подвздошных артерий. F.A. Cormier et al. также рекомендуют использовать стент-графты для эндоваскулярного лечения аневризм подвздошных артерий [46]. В ретроспективном исследовании 15 из 18 пациентов с АВПА (не обязательно изолированными) были пролечены с помощью спиралей Gianturco за 24–48 ч до установки стент-графта. В остальных трех случаях предварительная эмболизация не проводилась по причине экстренного лечения или высокой степени стеноза ВПА. R.E. Parsons et al. установили стент-графты в 28 аневризмах подвздошных артерий, в том числе АВПА, с использованием ПТФЭ и баллонорасширяемых стентов: 3-летняя выживаемость пациентов достигла 86% [47].

В настоящее время имеются сообщения о случаях комбинированной эмболизации и стентирования у пациентов с разрывом АВПА. M.A. Ricci et al. провели успешное лечение разрыва АВПА у 81-летнего мужчины с множественными аневризмами, сопутствующими заболеваниями с помощью нескольких спиралей и стент-графта. Отдаленные результаты через 12 мес после операции подтвердили успешность лечения [48]. Эндоваскулярные методы являются очень перспективным и, вероятно, будут использоваться в лечении значительной части АВПА в будущем. Чтобы получить наиболее полные данные о частоте связанных с ними осложнений, а также непосредственные и отдаленные результаты, необходимо длительное наблюдение за пациентами.

В арсенале эндоваскулярных хирургов имеются как баллонорасширяемые, так и саморасширяющиеся стент-графты. Предпочтение отдается саморасширяющимся устройствам,

поскольку они лучше соответствуют извилистой анатомии подвздошных артерий [8].

*Применение окклюдеров.* По мере того как стент-графты стали более широко применяться при аневризмах брюшной аорты и подвздошных артерий, особенно у пациентов с тяжелыми сопутствующими заболеваниями, с высоким риском хирургического вмешательства, появилась потребность эндоваскулярного закрытия внутренних подвздошных артерий (ВПА) для предотвращения парапротезного подтекания. По статистике примерно от 10 до 20% всех АБА вовлекают подвздошные артерии [49]. Эмболизация подвздошных артерий требуется до 20% пациентов с АБА, распространяющимися на подвздошные артерии, и 80% пациентов с изолированными АВПА при подготовке к эндопротезированию аорты [50].

Использование окклюдеров для имплантации в проксимальной части ВПА стало эффективным и безопасным методом окклюзии расширенной артерии.

### Артериовенозные мальформации малого таза и нижних конечностей

Артериовенозные мальформации в большинстве случаев являются врожденными и относятся к аутосомно-доминантному типу наследования. Приблизительно 90% АВМ диагностируются при рождении. Они включают широкий спектр поражений, которые могут первоначально проявляться как случайная находка [51]. АВМ может сочетать в себе множество сосудистых поражений, таких как фистулы, аневризмы, эктазии и стенозы артерий [52]. АВМ возникают при дефиците регуляции между сигнальными процессами, пролиферацией, дифференцировкой, созреванием, адгезией и апоптозом сосудистых эндотелиальных клеток, гладких мышц или перицитов [53].

Артериовенозные мальформации можно классифицировать на низкопоточные, высокопоточные и смешанные. АВМ с высоким потоком составляют 10% от АВМ нижних конечностей, и генетическая причина их возникновения неизвестна. Предполагается, что она связана с изменением сигнального пути Notch1. Как правило, АВМ имеют прогрессирующее хроническое течение. Наиболее частым местом их локализации является голова, затем конечности и, наконец, туловище. К провоцирующим факторам развития АВМ

можно отнести половое созревание, травмы, тромбоз, инфекции и беременность [54]. АВМ имеют широкий спектр клинических проявлений – от периферических отеков до сердечной недостаточности. Некоторые проявления в клинической практике – пульсирующее образование, отек, боль, гипертрофия, дистальная ишемия и поражение кожи вплоть до атрофии [53].

### Методы лечения артериовенозных мальформаций

Эндоваскулярная терапия в настоящее время является общепризнанным независимым и самостоятельным методом лечения венозных мальформаций (ВМ) в случаях, когда хирургическое вмешательство малоэффективно при обширных поражениях, выходящих за пределы глубокой фасции, с вовлечением мышц, сухожилий и костей, как при диффузном инфильтрирующем экстраартериальном поражении.

*Эмболизация с использованием спиралей, клея, эмболизирующих частиц.* Имеющиеся в настоящее время эмболизирующие агенты не являются идеальными для лечения АВМ, поскольку эти поражения, как правило, являются низкопоточными и высокообъемными, в сосудах большого диаметра [55, 56]. Микроэмболы и препараты на основе клея обычно недостаточно велики для эффективной окклюзии таких поражений и часто вымываются, вызывая неполное разрушение эндотелиальных клеток. Это несет в себе значительный риск рецидива мальформаций. Кроме того, такие агенты вызывают только механическое сжатие сосудов и прекращение кровотока, что приводит к венозному тромбозу. Поэтому роль эндоваскулярной терапии относительно ограничена. N-бутилцианоакрилат (NBCA) идеально подходит в качестве вспомогательного средства. Перед открытым хирургическим вмешательством выполняют эмболизацию очага мальформаций, чтобы облегчить хирургическое иссечение. Это повышает безопасность и эффективность хирургического вмешательства и снижает риск кровотечения.

Мультидисциплинарный подход с полной интеграцией открытого хирургического и эндоваскулярного лечения стал основным методом в современном лечении венозных мальформаций. Командный подход с использованием новых стратегий может улучшить

долгосрочные результаты лечения и снизить частоту рецидивов по сравнению с традиционными подходами.

*Хирургическое лечение.* Открытое хирургическое лечение в сочетании с эндоваскулярной хирургией (эмболо-/склеротерапия) является наиболее эффективным средством лечения при ВМ [57–59].

Активное применение эмболо/склеротерапии до и/или после операции позволяет существенно расширить традиционную роль хирургического выключения мальформации. Хирургическое удаление является методом выбора при поражениях ствола ВМ, которые не отвечают на эндоваскулярную терапию [60]. Среди различных доступных для лечения при ВМ хирургических методов сосудистые процедуры для коррекции гемодинамических нарушений (венозной гипертензии) должны иметь приоритет. Примерами могут служить реконструктивные операции (в частности, венозное шунтирование) и абляционные операции (например, удаление краевой вены, иссечение/удаление сосудистых дефектов). Комбинированный хирургический подход также предпочтителен в ситуациях, когда требуется привлечение хирургов разного профиля, например нейрохирурга, уролога, пластического хирурга и т. д.

### Осложнения при эмболизации

Внутренняя подвздошная артерия является основным источником кровоснабжения ягодичной области через ее задний отдел. А через передний отдел кровоснабжаются ректосигмоидная и генитальная области. Окклюзия ВПА может привести к серьезным осложнениям, включая ягодичную хромоту – от 13 до 50% случаев [61–63], ишемию сигмовидной кишки – от 4,5 до 11%, сексуальную дисфункцию – от 1 до 13% случаев [64, 65]. Также к тяжелым осложнениям относятся некроз кожи ягодич и промежности [64, 65], ишемия спинного мозга [66]. Частота возникновения ягодичной хромоты может достигать 28% у пациентов с односторонней окклюзией ВПА и 42% – у пациентов с двусторонней эмболизацией ВПА [67]. Кроме того, эмболизация спиральями в глубокие ветви ВПА считается опасным и очень трудоемким вмешательством, что потенциально может увеличить риск разрыва.

### Описание случая

Больная У., 66 лет. Находилась на стационарном лечении в РГНКЦ в 2024 г. с диагнозом: Атеросклероз артерий нижних конечностей. Аневризма левой внутренней подвздошной артерии. Артериовенозная мальформация левой нижней конечности. Варикозная болезнь вен нижних конечностей. Хроническая венозная недостаточность I ст. Язвенная болезнь желудка, вне обострения. Каликопиелoureтерозектазия с обеих сторон. Девияция органов малого таза вправо.

Жалобы на боли в паховой области, невозможность длительного нахождения в положении стоя, сидя. Боли в ягодичной области левой конечности при ходьбе. Увеличение левой конечности в объеме.

*По результатам МСКТ-ангиографии:* Кальциноз артерий малого таза. Аневризматическое расширение общей подвздошной артерии, наружной подвздошной артерии. Гигантская мешотчатая аневризма внутренней подвздошной артерии размером 10,2×9,2×8,5 см. Множественные артериовенозные мальформации

малого таза, левой ягодичной области, левой нижней конечности (рис. 1).

*Данные ангиографии артерий таза, нижних конечностей:* Аневризматическое расширение общей и наружной подвздошных артерий (НПА). Гигантская мешотчатая аневризма ВПА слева. Множественные артериовенозные мальформации малого таза с заполнением из ветвей ВПА слева. Множественные артериовенозные мальформации левой нижней конечности.

Перед возможным проведением хирургического вмешательства пациентка осмотрена урологом: принимая во внимание данные МСКТ, а именно значительное смещение мочевого пузыря кпереди и вправо, смещение мочеточников, устьев мочеточников, а также гигантский размер аневризмы, интимно прилегающей к мочевому пузырю, принято решение воздержаться от цистоскопии с установкой внутреннего мочеточникового стента ввиду высоких рисков разрыва, перфорации аневризмы в ходе указанной манипуляции.

*Обсуждение перед операцией.* У больной имеются аневризматическое расширение ле-

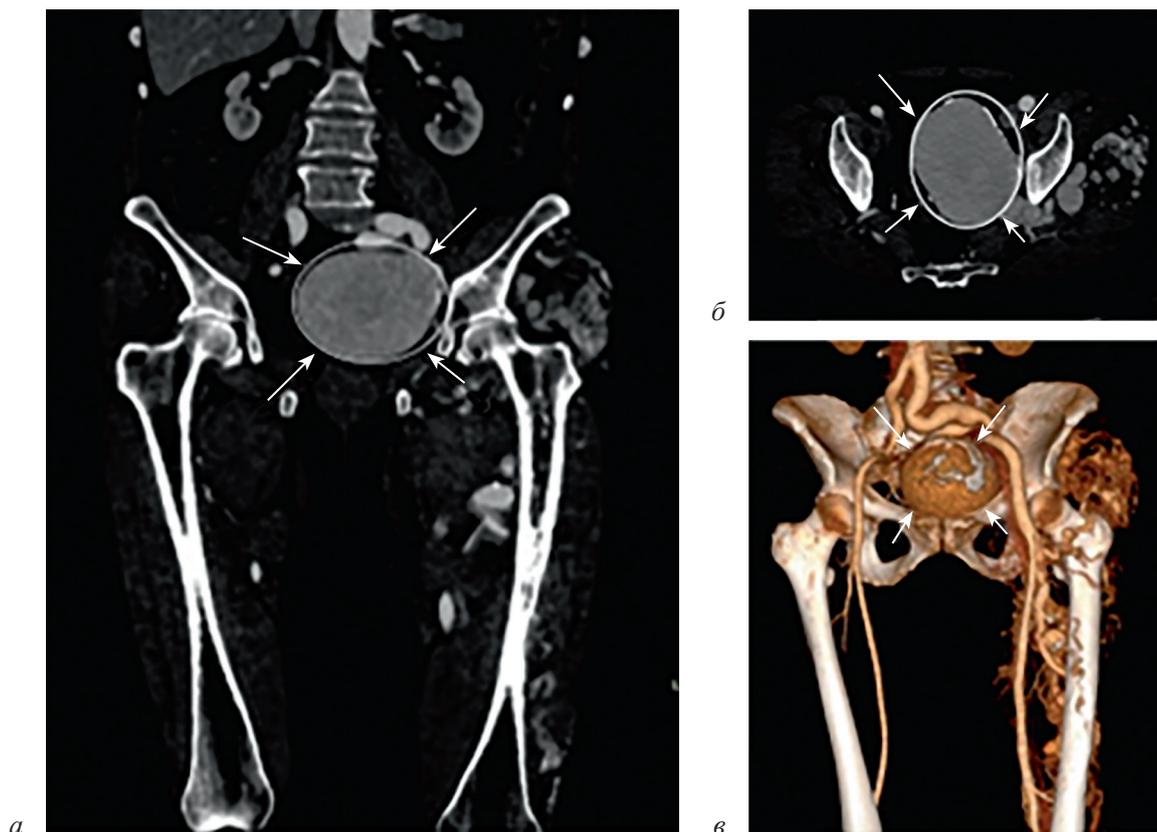


Рис. 1. МСКТ-ангиография артерий нижних конечностей (а, б, в). Стрелками указана аневризма внутренней подвздошной артерии

вых общей и наружной подвздошных артерий, гигантская мешотчатая аневризма левой внутренней подвздошной артерии, с наличием проксимальной ветви, заполняющей АВМ малого таза с выраженным сбросом, также имеются артериовенозные мальформации левой нижней конечности. Больной предложено выполнить эндоваскулярное лечение аневризмы внутренней подвздошной артерии и эндоваскулярную эмболизацию ветвей, питающих АВМ левой конечности. Первым этапом решено провести эмболизацию ветви, отходящей от проксимальной ВПА, заполняющей артериовенозную мальформацию малого таза, во избежание ретроградного заполнения аневризматического мешка после проксимального перекрытия кровотока в ВПА окклюдером. Далее выполнить эмболизацию гигантской мешотчатой аневризмы, после чего эмболизировать ветви, питающие АВМ ягодичной области и области бедра.

*Описание 1-го этапа операции.* Доступ: левый бедренный, ретроградный. В левую общую бедренную артерию (ОБА) установлен интродьюсер 6 F. Диагностическим катетером JL4,0 выполнена селективная катетеризация ветви ВПА заполняющей мальформацию малого таза (рис. 2). Затем выполнена эмболизация ветви, питающей артериовенозную сеть органов малого таза. Для эмболизации использовались спирали MReye Embolization Coil. При контрольной ангиографии отмечается отсутствие заполнения ветви, питающей мальформацию (рис. 3).

Далее пунктирована ретроградно левая ОБА и в нее установлен интродьюсер 8 F. Контралатеральным доступом проведена селективная катетеризация мешка аневризмы левой ВПА и его эмболизация (рис. 4). Для эмболизации использовались спирали MReye Embolization Coil и модифицированные спирали из 0,035" проводника. После этого ретро-

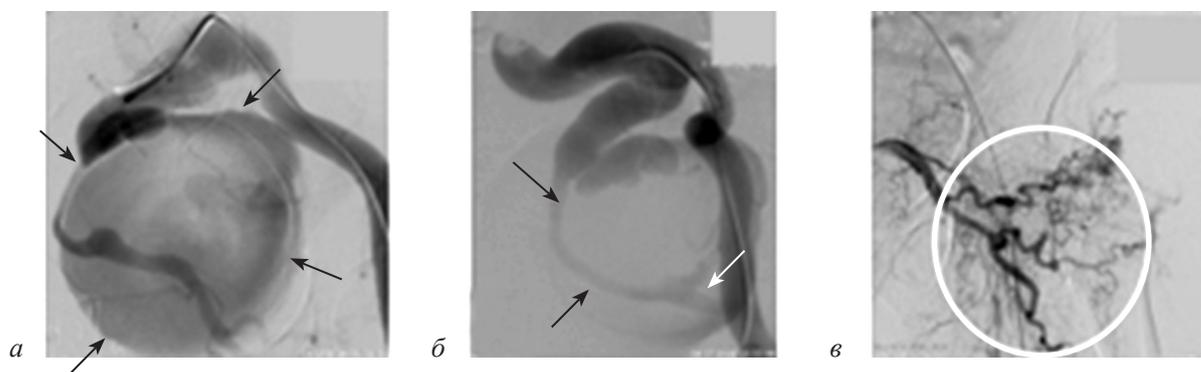


Рис. 2. Селективная ангиография левой внутренней подвздошной артерии:

*a* – стрелками отмечено заполнение полости аневризмы; *б* – стрелками указаны дистальные сегменты ВПА, заполняющие мальформацию бедра; *в* – окружностью выделена артериовенозная мальформация левого бедра

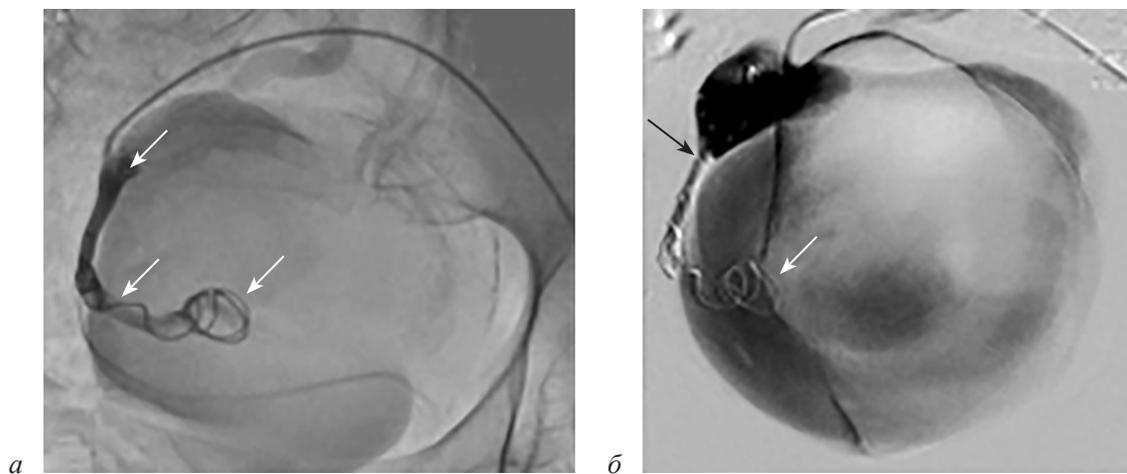


Рис. 3. Селективная катетеризация и эмболизация ветви внутренней подвздошной артерии спиралями (*a*, *б*). Стрелками указаны спирали в просвете ВПА

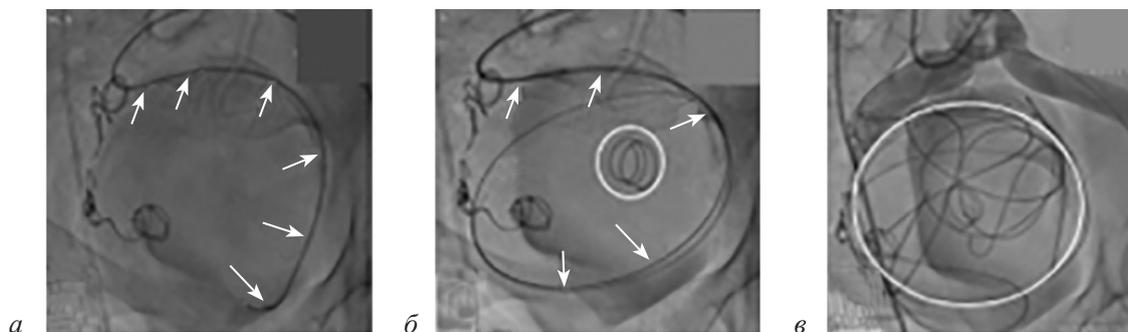


Рис. 4. Катетеризация и эмболизация полости аневризмы левой внутренней подвздошной артерии:

*a* – стрелками указана селективная катетеризация аневризмы; *б* – стрелками указано проведение спиралей в полости аневризмы; *в* – рентгенография аневризмы после эмболизации спиральями

градным левобедренным доступом катетеризована аневризма левой ВПА, под контролем ангиографии из контралатерально расположенного катетера в мешок АВПА проведена система доставки окклюдера Nano-Med (рис. 5) и позиционирована в область проксимальной шейки аневризмы, имплантирован модифицированный окклюдер PDA-16 PF. Через 10 мин выполнена контрольная ангиография. Кровоток ВПА и аневризматического мешка снижен, с частичным пристеночным заполнением контраста. Турбулентного кровотока не отмечено.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана из стационара в удовлетворительном состоянии. После операции отмечает улучшение, уменьшение болей в малом тазу, уменьшение конечности в объеме.

При контрольном УЗИ через 3 дня после вмешательства отмечается полное отсутствие кровотока в аневризматическом мешке левой ВПА.

Через 3 мес пациентка поступила в стационар РГНКЦ для выполнения 2-го этапа эндо-

вазкулярного лечения артериовенозных мальформаций левой нижней конечности.

*Описание 2-го этапа операции.* Доступ: правый бедренный, ретроградный. Контралатерально в левую ОБА проведен интродьюсер 6 F. В контралатеральную левую НПА проведен катетер JL 3.5. Выполнена ангиография: отмечается множество ветвей, заполняющих АВМ ягодичной, левой наружной-бедренной области с множественными притоками из НПА, ОБА, глубокой бедренной артерии (ГБА) (рис. 6). Выполнена селективная катетеризация и эмболизация ветвей НПА, ОБА, ГБА спиральями MReye Embolization Coil (рис. 7). Через 15 мин выполнена контрольная ангиография. Кровоток в ветвях, питающих мальформацию, снижен. Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана из стационара в удовлетворительном состоянии.

Отмечает умеренное улучшение клинической картины; боли в области живота, ягодичной области отсутствуют.



Рис. 5. Катетеризация и эмболизация притока аневризмы:

*a* – стрелками указана селективная катетеризация внутренней подвздошной артерии; *б* – имплантация окклюдера в подвздошную артерию; *в* – рентгенография аневризмы после эмболизации окклюдером

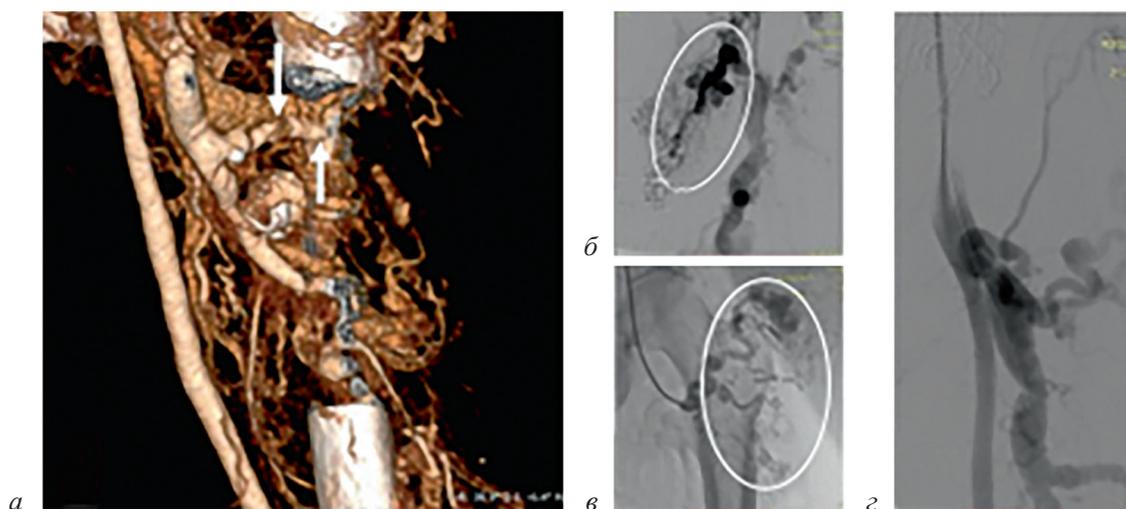


Рис. 6. МСКТ и селективная ангиография:

*a* – стрелками указаны ветви, питающие артериовенозную мальформацию бедра; *б, в* – селективная ангиография ветвей АВМ; *г* – селективная ангиография глубокой артерии бедра

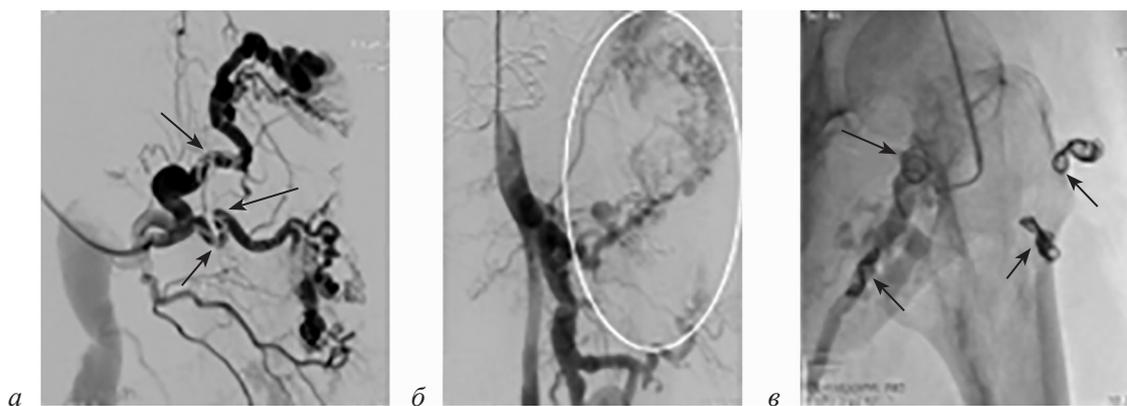


Рис. 7. Эмболизация ветвей АВМ:

*a* – стрелками указаны сегменты имплантации спиралей; *б* – ангиография после эмболизации; *в* – рентгенография, стрелками указаны тени спиралей

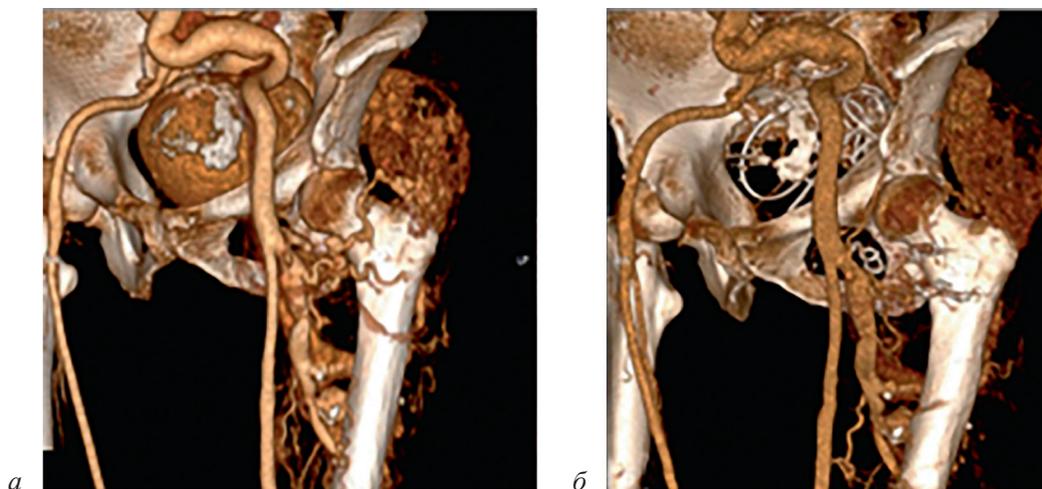


Рис. 8. МСКТ-ангиография:

*a* – до выполнения эмболизаций; *б* – после многоэтапного лечения аневризмы ВПА и мальформаций

Через 12 мес после проведения 1-го этапа операции пациентке выполнена контрольная МСКТ для планирования дальнейшего лечения (рис. 8). При МСКТ-ангиографии визуализируется аневризма ВПА без заполнения внутреннего просвета. Отмечается уменьшение количества артериовенозных мальформаций малого таза, ягодичной области слева, левого бедра. Ранее эмболизированные ветви не визуализируются. Контрастируются многочисленные эмболизированные ранее мальформации левого бедра.

## Обсуждение

### Чем интересен этот клинический случай?

*Особенности перед операцией.* Пациентка с гигантской аневризмой внутренней подвздошной артерии в сочетании с множественными артериовенозными мальформациями тазовых органов и левой нижней конечности. Сочетание данных сосудистых аномалий представляет большую проблему для выполнения открытого хирургического вмешательства ввиду высоких интраоперационных рисков и осложнений. Особенности ангиоархитектоники аневризмы ВПА с наличием крупного притока в артериовенозную мальформацию из проксимальной НПА ставили задачу селективной эмболизации указанной ветви ВПА во избежание ретроградного притока в мешок через нее. Принимая во внимание огромный размер аневризматического мешка, для достижения полноценного его тромбирования требовалось много эмболизирующего материала (использованы различные модификации спиралей) и эффективное перекрытие проксимальной шейки. Для чего был выбран окклюдер.

А перед вторым этапом – после перестройки кровотока, после первичной эмболизации большого притока из ВПА, уже ставились бы задачи эмболизации ветвей-притоков из НПА и ОБА и ГБА.

*Особенности оперативного вмешательства.* Первый этап. Два доступа – ретроградно контралатеральный (интродьюсер 6 F) и ретроградно ипсилатеральный (интродьюсер 8 F) – с использованием современных катетерных систем позволили осуществить максимально точные и контролируемые действия эндоваскулярных хирургов при катетеризации и эмболизации ветвей ВПА и самой гигант-

ской аневризмы. Использование ушивающих устройств, без необходимости гемостаза на месте пункции, позволило выполнить данное вмешательство максимально комфортно и безопасно для больной.

Второй этап. Контралатеральный доступ и полный контроль (оценка результатов) после первой операции, удобный селективный доступ к мелким притокам и АВМ для их эмболизации из НПА, ОБА и ГБА.

*Послеоперационный этап.* Оценка клинического состояния. Полная обтурация мешка АВПА и резкое снижение объема АВМ. Изучены клинические результаты лечения в сроки 12 мес. Реальный успех и преимущество эндоваскулярных технологий: малоинвазивно, без кровопотери, без наркоза, суперселективно, разнообразно – многодиапазонно. Полное понимание о возможности развития новых притоков в АВМ. В связи с этим есть большая надежда их эндоваскулярного закрытия в будущем при необходимости.

## Заключение

Описанный клинический случай с успешным поэтапным эндоваскулярным лечением гигантской изолированной аневризмы внутренней подвздошной артерии в сочетании с артериовенозной мальформацией является показательным с точки зрения выбора метода лечения, стратегии и тактики эндоваскулярного вмешательства, эффективности и селективности лечения сочетанных поражений сосудистого русла, а также демонстрации возможностей современных эндоваскулярных технологий.

## Литература/References

1. Manaster B.J., Greenberg M., Rubin J.M. Isolated internal iliac artery aneurysms. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1982; 6: 845–846. DOI: 10.1097/00004728-198208000-00041
2. Brunkwall J., Hauksson H., Bengtsson H., Bergqvist D., Takolander R., Bergentz S.E. Solitary aneurysms of the iliac arterial system: an estimate of their frequency and occurrence. *J. Vasc. Surg.* 1989; 10: 381–384.
3. McCready R.A., Pairolero P.C., Gilmore J.C., Kazmier F.J., Cherry Jr K.J., Hollier L.H. Isolated iliac artery aneurysms. *Surgery.* 1983; 93: 688–693. DOI: 10.1097/00007611-198308000-00015
4. Parry D.J., Kessel D., Scott D.J.A. Simplifying the internal iliac artery aneurysm. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* 2001; 83: 302–308. DOI: 10.1007/978-1-84800-897-7\_38
5. Dix F.P., Titi M., Al-Khaffaf H. The isolated internal iliac artery aneurysm – a review. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2005; 30: 119–129. DOI: 10.1016/j.ejvs.2005.04.035

6. Richardson J.W., Greenfield L.J. Natural history and management of iliac aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 1988; 8: 165–171. DOI: 10.1067/mva.1988.av0080165
7. Bolin T., Lund K., Skau T. Isolated aneurysms of the iliac artery: what are the chances of rupture? *Eur. J. Vasc. Surg.* 1988; 2: 213–215. DOI: 10.1016/s0950-821x(88)80028-8
8. Antoniou G.A., Nassef A.H., Antoniou S.A., Loh C.Y.Y., Turner D.R., Beard J.D. Endovascular treatment of isolated internal iliac artery aneurysms. *Vascular.* 2011; 19: 291–300. DOI: 10.1258/vasc.2011.ra0050
9. Hiromatsu S., Tanaka A., Sawada K. Isolated iliac artery aneurysm. In: Grundmann R. (Ed.) *Diagnosis, screening and treatment of abdominal, thoracoabdominal and thoracic aortic aneurysms.* Rijeka; 2011: 293–300. DOI: 10.5772/18954
10. Ledson M.J., Wahbi Z., Harris P., Walshaw M.J. A large pelvic arteriovenous malformation in an adult patient with cystic fibrosis. *Postgrad. Med. J.* 1999; 75: 353–355. DOI: 10.1136/pgmj.75.884.353
11. Erbahceci Salik A., Islim F., Akgul A., Cil B.E. Concomitant transarterial and transvenous embolization of a pelvic arteriovenous malformation using a new liquid embolic agent, Squid-12 and detachable coils. *Case Rep. Vasc. Med.* 2014; 2014: 1–5. DOI: 10.1155/2014/972870
12. Mallios A., Laurian C., Houballah R., Gigou F., Marteau V. Curative treatment of pelvic arteriovenous malformation – an alternative strategy: transvenous intra-operative embolisation. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2011; 41: 548–553. DOI: 10.1016/j.ejvs.2010.11.018
13. Houballah R., Mallios A., Poussier B., Soury P., Fukui S., Gigou F. et al. A new therapeutic approach to congenital pelvic arteriovenous malformations. *Ann. Vasc. Surg.* 2010; 24: 1102–1109. DOI: 10.1016/j.avsg.2010.02.053
14. Zabicki B., Holstad M.J.V., Limphaibool N., Juszkat R. Endovascular therapy of arteriovenous malformation in a male patient with severe post-coital pelvic pain. *Pol. J. Radiol.* 2019; 84: 258–261. DOI: 10.5114/pjr.2019.86893
15. Bettocchi C., Spilotros M., Lucarelli G., Utano E., Sebastiani F., Bittner L. et al. Penile prosthesis implant for primary erectile dysfunction in patient with Klippel-Trenaunay syndrome complicated by consumptive coagulopathy: a case report. *Medicine (Baltimore).* 2019; 98: e16741. DOI: 10.1097/MD.00000000000016741
16. Machado R.M., Rego D.N.C., de Oliveira P.N.F.P., de Almeida R.M.G.F. Endovascular treatment of internal iliac artery aneurysms: single center experience. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2016; 31: 127–131. DOI: 10.5935/1678-9741.20160023
17. Boules T.N., Selzer F., Stanziale S.F., Chomic A., Marone L.K., Dillavou E.D., Makaroun M.S. Endovascular management of isolated iliac artery aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2006; 44: 29–37. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.02.055
18. Hassen-Khodja R., Feugier P., Favre J.P., Nevelsteen A., Ferreira J., for the University Association for Research in Vascular Surgery. Outcome of common iliac arteries after straight aortic tube-graft placement during elective repair of abdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2006; 44: 943–948. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.06.043
19. Uberoi R., Tsetis D., Shirvastava V., Morgan R., Belli A.M. Standard of practice for the interventional management of isolated iliac artery aneurysm. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2011; 34: 3–13. DOI: 10.1007/s00270-010-0055-0
20. Chaer R.A., Barbato J.E., Lin S.C., Zenati M., Kent K.C., McKinsey J.F. Isolated iliac artery aneurysms: a contemporary comparison of endovascular and open repair. *J. Vasc. Surg.* 2008; 47 (4): 708–713. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.11.008
21. Sandhu R.S., Pipinos I.I. Isolated iliac artery aneurysms. *Semin. Vasc. Surg.* 2005; 18 (4): 209–215. DOI: 10.1053/j.semvascsurg.2005.09.007
22. Silver D., Anderson E.E., Porter J.M. Isolated hypogastric artery aneurysm. Review and report of three cases. *Arch. Surg.* 1967; 95: 308. DOI: 10.1001/archsurg.1967.01330140146033
23. Nelson R.P. Isolated internal iliac artery aneurysms and their urological manifestations. *J. Urol.* 1980; 124: 300–303. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)55418-x
24. MacLaren A. Aneurysm of the internal iliac, probably immediately following a severe instrumental delivery: operation and partial cure. *Ann. Surg.* 1913; 58: 269–270. DOI: 10.1097/00000658-191308000-00014
25. Brin B., Busuttill R. Isolated hypogastric artery aneurysms. *Arch. Surg.* 1982; 117: 1329–1333. DOI: 10.1001/archsurg.1982.01380340051012
26. Deb B., Benjamin M., Comerota A.J. Delayed rupture of an internal iliac aneurysm following proximal ligation for abdominal aortic aneurysm repair. *Ann. Vasc. Surg.* 1992; 6: 537–540. DOI: 10.1007/bf02000827
27. Lozano P., Julia J., Corominas C., Gomez F. Ruptured aneurysms of the internal iliac artery: report of two cases. *J. Cardiovasc. Surg.* 1995; 36: 591–594.
28. Nakajima T., Kawazoe K., Komoda K., Sasaki T., Kin H., Kamada T. et al. Failure of exclusion of internal iliac artery aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2001; 33: 476–480. DOI: 10.1067/mva.2001.111975
29. Short D.W. Aneurysms of the internal iliac artery. *Br. J. Surg.* 1966; 53: 17. DOI: 10.1002/bjs.1800530152
30. Minato N., Itoh T., Natsuaki M., Nakayama Y., Yamamoto H. Isolated iliac artery aneurysm and its management. *Cardiovasc. Surg.* 1994; 2 (4): 489–494. DOI: 10.1177/096721099400200413
31. Philpott J.M., Parker F.M., Benton C.R., Bogey W.M., Powell C.S. Isolated internal iliac artery aneurysm resection and reconstruction: operative planning and technical considerations. *Am. Surg.* 2003; 69 (7): 569–572. DOI: 10.1177/000313480306900705
32. Bao Z.M. Ligation of the internal iliac arteries in 110 cases as a haemostatic procedure during supra-pubic cystostomy. *J. Urol.* 1980; 124: 578. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)55563-9
33. Picone A.L., Green R.M., Ricotta J.R., May A.G., Deweese J.A. Spinal cord ischaemia following operations on the abdominal aorta. *J. Vasc. Surg.* 1986; 3: 95–103. DOI: 10.1067/mva.1986.av0030094
34. Perdue G.D., Mittenthal M.J., Smith R.B., Salam A.A. Aneurysms of the internal iliac artery. *Surgery.* 1983; 93 (2): 243–246. PMID: 6823661
35. Soulez G., Oliva V.L., Therasse E., Provencher D. Embolisation of a large neck aneurysm of the internal iliac artery with interlocking detachable coils; a case report. *Can. Assoc. Radiol. J.* 1998; 49 (1): 39–41. PMID: 9494462
36. Bianchini Massoni C.B., Freyrie A., Gargiulo M., Tecchio T., Mascoli Ch., Gallitto E. et al. Perioperative and late outcomes after endovascular treatment for isolated iliac artery aneurysms. *Ann. Vasc. Surg.* 2017; 44: 83–93. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.03.194
37. Edwards J.M., Teefey S.A., Zierler R.E., Kohler T.R. Intra-abdominal paraanastomotic aneurysms after aortic bypass grafting. *J. Vasc. Surg.* 1992; 15 (2): 344–350; discussion 351. DOI: 10.1016/0741-5214(92)90256-8
38. Hollis H.W., Luethke J.M., Yakes W.F., Beitler A.L. Percutaneous embolization of an internal iliac artery aneurysm: technical considerations and literature review. *J. Vasc.*

- Interv. Radiol.* 1994; 5: 449–451. DOI: 10.1016/s1051-0443(94)71526-8
39. Takatori M., Ooyama O., Iwasaki T., Takahashi A., Ichino T., Shirakawa K. et al. Transcatheter embolisation for impending rupture of an isolated internal iliac artery aneurysm complicated with disseminated intravascular coagulation. *Intern. Med.* 1999; 38: 27–30. DOI: 10.2169/internalmedicine.38.27
  40. Mori M., Sakamoto I., Morikawa M., Kohzaki S., Maki-no K., Matsunaga N. et al. Transcatheter embolisation of internal iliac artery aneurysms. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 1999; 10: 591–597. DOI: 10.1016/s1051-0443(99)70089-8
  41. Kritpracha B., Pigott J.P., Price C.I., Russell T.E., Corbey M.J., Beebe H.G. Distal internal iliac embolization: a procedure to avoid. *J. Vasc. Surg.* 2003; 37: 943–948. DOI: 10.1067/mva.2003.251
  42. Marty B., Perruchoud C., Wicky S., Guillou L., von Segesser L.K. Atheroembolization: a harmful complication of therapeutic internal iliac artery occlusion. *J. Vasc. Surg.* 2002; 36:1062–1065. DOI: 10.1067/mva.2002.127531
  43. Henry M., Amor M., Henry I., Tzvetanov K., Buniet J.M., Amicabile C. Endovascular treatment of internal iliac artery aneurysms. *J. Endovasc. Surg.* 1998; 5: 345–348. DOI: 10.1177/152660289800500410
  44. Van Sambeek M.R.H.M., van Urk H. Endovascular treatment of isolated iliac artery aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 1998; 15: 91–92. DOI: 10.1016/s1078-5884(98)80127-5
  45. Razavi M.K., Dake M.D., Semba C.P., Nyman U.R.O., Liddell R.P. Percutaneous endoluminal placement of stent grafts for the treatment of isolated iliac artery aneurysms. *Radiology.* 1995; 197: 801–804. DOI: 10.1148/radiology.197.3.7480759
  46. Cormier F.A., Ayoubi A., Laridon D., Melki J.P., Fichelle J.M., Cormier J.M. Endovascular treatment of iliac aneurysms with covered stents. *Ann. Vasc. Surg.* 2000; 14: 561–566. DOI: 10.1007/s100169910104
  47. Parsons R.E., Marin M.L., Veith F.J., Parsons R.B., Hollier L.H. Midterm results of endovascular stented grafts for the treatment of isolated iliac artery aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 1999; 30: 915–921. DOI: 10.1016/s0741-5214(99)70017-0
  48. Ricci M.A., Najarian K., Healey C.T. Successful endovascular treatment of a ruptured internal iliac aneurysm. *J. Vasc. Surg.* 2002; 35: 1274–1276. DOI: 10.1067/mva.2002.123329
  49. Criado F. Iliac bifurcation relocation: more complex and controversial. *J. Endovasc. Surg.* 1999; 6: 348–349. DOI: 10.1177/152660289900600409
  50. Sanchez L.A., Patel A.V., Ohki T., Suggs W.D., Wain R.A., Valladares J. et al. Midterm experience with endovascular treatment of isolated iliac aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 1999; 30: 907–912. DOI: 10.1016/s0741-5214(99)70016-9
  51. Madani H., Farrant J., Chhaya N., Anwar I., Marmery H., Platts A. et al. Peripheral limb vascular malformations: an update of appropriate imaging and treatment options of a challenging condition. *Br. J. Radiol.* 2015; 88: 20140406. DOI: 10.1259/bjr.20140406
  52. Mattassi R., Loose D.A., Vaghi M. Hemangiomas and vascular malformations: an atlas of diagnosis and treatment. Milan: Springer-Verlag Mailand; 2009. DOI: 10.1007/978-88-470-0569-3
  53. Lee B.B., Baumgartner I., Berlien H.P., Bianchini G., Burrows P., Do Y.S. et al. Consensus document of the international union of angiology (IUA)-2013 current concepts on the management of arterio-venous malformations. *Int. Angiol.* 2013; 32: 9–36. DOI: 10.1055/s-003-24678
  54. Sicard G.A. Rutherford's vascular surgery and endovascular therapy. New York: Elsevier; 2018. DOI: 10.1177/153100359200500106
  55. Lee B.B., Laredo J., Deaton D., Neville R. Endovascular treatment of some congenital diseases – hemangioma and vascular malformation. In: Heuser R.R., Henry M. (Eds). Textbook of peripheral vascular interventions. Chapter 82. Section XI. 2nd edition. London: Informa Healthcare; 2008: 712–722. DOI: 10.3109/9781439801970-95
  56. Mimura H., Kanazawa S., Yasui K. et al. Percutaneous sclerotherapy for venous malformations using polidocanol under fluoroscopy. *Acta Med. Okayama.* 2003; 57 (5): 227–234. DOI: 10.18926/AMO/51909
  57. Orvidas L.J., Kasperbauer J.L. Pediatric lymphangiomas of the head and neck. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 2000; 109: 411–421. DOI: 10.1177/000348940010900412
  58. Raju S., Hollis K., Neglen P. Obstructive lesions of the inferior vena cava: clinical features and endovenous treatment. *J. Vasc. Surg.* 2006; 44: 820. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.05.054
  59. Mattassi R. Surgical treatment and strategies in vascular malformations. *Przegląd. Flebologiczny.* 2005; 13: 145–149. DOI: 10.1066/s10003050026
  60. Nedelmann M., Kaps M., Mueller-Forell W. Venous obstruction and jugular valve insufficiency in idiopathic intracranial hypertension. *J. Neurol.* 2009. DOI: 10.1007/s00415-009-5056-z
  61. Lee C.W., Kaufman J.A., Fan C.M., Geller S.C., Brewster D.C., Cambria R.P. et al. Clinical outcome of internal iliac artery occlusions during endovascular treatment of aortoiliac aneurysmal diseases. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2000; 11: 567–571. DOI: 10.1016/s1051-0443(07)61607-8
  62. Wyers M.C., Schermerhorn M.L., Fillinger M.F., Powell R.J., Rzcudlo E.M., Walsh D.B. et al. Internal iliac occlusion without coil embolization during endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2002; 36: 1138–1145. DOI: 10.1067/mva.2002.129639
  63. Criado F.J., Wilson E.P., Velazquez O.C., Carpenter J.P., Barker C., Wellons E. et al. Safety of coil embolization of the internal iliac artery in endovascular grafting of abdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2000; 32: 684–688. DOI: 10.1067/mva.2000.110052
  64. Zhang W.W., Chauvapun J.P., Dosluoglu H.H. Scrotal necrosis following endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Vascular.* 2007; 15 (2): 113–116. DOI: 10.2310/6670.2007.00016
  65. Lin P.H., Bush R.L., Lumsden A.B. Sloughing of the scrotal skin and impotence subsequent to bilateral hypogastric artery embolization for endovascular aortoiliac aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2001; 34 (4): 748–750. DOI: 10.1067/mva.2001.116974
  66. Maldonado T.S., Rockman C.B., Riles E., Douglas D., Adelman M.A., Jacobowitz G.R. et al. Ischemic complications after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2004; 40 (4): 703–709. DOI: 10.1016/j.jvs.2004.07.032
  67. Lin P.H., Chen A.Y., Vij A. Hypogastric artery preservation during endovascular aortic aneurysm repair: is it important? *Semin. Vasc. Surg.* 2009; 22 (3): 193–200. DOI: 10.1053/j.semvascsurg.2009.07.012

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137-005.6-089

## Ротационная атерэктомия при тромбозе аортоподвздошного сегмента

А.А. Щеголев<sup>1,2</sup>, С.А. Папоян<sup>1,2,3,4</sup>, Д.С. Амирханян<sup>1,2</sup>✉, Д.Д. Сыромятников<sup>1</sup>, К.С. Асатурян<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

**Щеголев Александр Андреевич**, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии<sup>2</sup>; orcid.org/0000-0001-6427-4295

**Папоян Симон Ашотович**, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением сосудистой хирургии<sup>1</sup>, профессор кафедры госпитальной хирургии<sup>2</sup>, заведующий отделом<sup>3</sup>, профессор кафедры сочетанных и комбинированных повреждений<sup>4</sup>; orcid.org/0000-0002-6207-4174

✉ **Амирханян Давид Самсонович**, врач – сердечно-сосудистый хирург, ассистент кафедры госпитальной хирургии<sup>2</sup>; orcid.org/0000-0001-5042-0204, e-mail: davidamirxanyan2011@mail.ru

**Сыромятников Даниил Дмитриевич**, канд. мед. наук, врач – сердечно-сосудистый хирург, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6162-0981

**Асатурян Карен Сергеевич**, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2389-058X

### Резюме

Атеросклеротическое поражение брюшного отдела аорты и артерий нижних конечностей является наиболее распространенным заболеванием, приводящим к большой инвалидизации и летальности у данной категории больных. Уровень развития современной сосудистой хирургии позволяет сохранить конечность и значительно улучшить качество жизни. В современной медицине имеется большой арсенал различных способов лечения ишемии нижних конечностей, начиная от консервативной терапии с использованием препаратов, улучшающих реологию крови, и заканчивая рентгенохирургическими методами коррекции кровотока и генной терапией. В последние годы терапия ишемии конечности была в значительной степени усовершенствована благодаря междисциплинарному подходу к пациенту и заболеванию. Одной из современных технологий эндоваскулярного хирургического лечения периферических сосудов является ротационная атерэктомия. В статье представлены клинические случаи успешного лечения аортоподвздошных поражений при острой ишемии нижних конечностей с помощью устройств ротационной атерэктомии Jetstream.

**Ключевые слова:** острая ишемия нижних конечностей, ротационная атерэктомия, Jetstream

**Для цитирования:** Щеголев А.А., Папоян С.А., Амирханян Д.С., Сыромятников Д.Д., Асатурян К.С. Ротационная атерэктомия при тромбозе аортоподвздошного сегмента. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (3): 398–405. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-398-405

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.07.2025  
Принята к печати 05.09.2025

## Rotational atherectomy for the treatment of iliac limb thrombosis

А.А. Shchegolev<sup>1,2</sup>, S.A. Papoyan<sup>1,2,3,4</sup>, D.S. Amirxanyan<sup>1,2</sup>✉, D.D. Syromyatnikov<sup>1</sup>, K.S. Asaturyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> City Clinical Hospital named after F.I. Inozemtsev, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Research Institute for Healthcare and Medical Management, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

**Aleksandr A. Shchegolev**, Dr. Med. Sci., Professor, Chief of the Chair of Hospital Surgery<sup>2</sup>;  
orcid.org/0000-0001-6427-4295

**Simon A. Papoyan**, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Vascular Surgery<sup>1</sup>,  
Professor at the Chair of Hospital Surgery<sup>2</sup>, Head of the Department<sup>3</sup>, Professor at the Chair  
of Combined Injuries<sup>4</sup>; orcid.org/0000-0002-6207-4174

✉ **Davit S. Amirkhanyan**, Cardiovascular Surgeon, Assistant of the Chair of Hospital Surgery<sup>2</sup>;  
orcid.org/0000-0001-5042-0204, e-mail: davidamirxanyan2011@mail.ru

**Daniil D. Syromyatnikov**, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon;  
orcid.org/0000-0001-6162-0981

**Karen S. Asaturyan**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2389-058X

### Abstract

Atherosclerotic lesions of the abdominal aorta and lower limb arteries are the most common condition leading to significant disability and mortality in this patient category. The level of development in modern vascular surgery allows for limb preservation and a substantial improvement in the quality of life. Modern medicine offers a wide arsenal of various methods for treating lower limb ischemia, ranging from conservative therapy using medications that improve blood rheology to endovascular methods for correcting blood flow and gene therapy. In recent years, the treatment of limb ischemia has been significantly enhanced through an interdisciplinary approach to the patient and the disease. One of the modern technologies for endovascular surgical treatment of peripheral vessels is rotational atherectomy. This article presents clinical cases of successful treatment of aorto-iliac lesions in acute lower limb ischemia using Jetstream rotational atherectomy devices.

**Keywords:** acute lower limb ischemia, rotational atherectomy, Jetstream

**For citation:** Shchegolev A.A., Papoyan S.A., Amirkhanyan D.S., Syromyatnikov D.D., Asaturyan K.S. Rotational atherectomy for the treatment of iliac limb thrombosis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (3): 398–405 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-3-398-405

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

Received July 17, 2025  
Accepted September 5, 2025

## Введение

По данным Transatlantic Inter-Society Consensus II, распространенность острой ишемии нижних конечностей (ОИНК) в экономически развитых странах составляет примерно 140 случаев на 1 млн населения ежегодно. На долю ОИНК тромботического генеза приходится около 40% случаев [1]. К увеличению числа ампутаций при ОИНК предрасполагают «омоложение» атеросклеротического поражения сосудов, рост факторов риска возникновения подобной патологии и увеличение средней продолжительности жизни [2]. В настоящее время существует множество методов реваскуляризации нижней конечности, однако, в сущности, их можно разделить на две большие группы – открытое хирургическое и эндоваскулярное лечение.

Хирургические методы лечения ОИНК появились намного раньше, чем эндоваскулярные. G. Labeu (1911 г.) стал первым, кто успешно выполнил открытую эмболэктомию, удалив эмбол из бедренной артерии через 6 ч от начала заболевания. Тем не менее 30-дневная летальность после данного вмешательства составляла 52%, что сильно снижало результа-

тивность этой операции. Только в 1960-е годы, экспериментируя с мочевым катетером, T.J. Fogarty смог его модифицировать и получить ставший известным на весь мир баллонный катетер – катетер Фогарти. В 1965 г. были представлены первые результаты его использования – с выживаемостью пациентов 80% и сохранением конечности в 96% случаев [3]. С тех пор, с момента изобретения катетера Фогарти, в хирургическом лечении ОИНК ничего принципиально нового не появлялось.

В то же время, после зарождения эндоваскулярных методов лечения ОИНК в начале 1960-х годов, они получили бурный рост в последующие годы, и в настоящее время существует большое разнообразие различных методов и устройств, способных эффективно и достаточно безопасно восстанавливать кровоток в нижней конечности при острой ишемии с минимальной операционной травмой. Эндоваскулярные методы лечения ОИНК предлагают менее инвазивный способ реваскуляризации, снижающий уровень летальности и смертности, особенно у пожилых пациентов. К эндоваскулярным вмешательствам относятся регионарный катетерный тромболитик (РКТ), включая особый его вид – ультразвук-

ускоренный тромболитический, и различные методики эндоваскулярной тромбэктомии, такие как мануальная аспирационная, реолитическая (гидродинамическая), ротационная, аспирационная тромбэктомия, а также фармакомеханический тромболитический [4].

Появление ротационной тромбэктомии является следующим этапом в развитии эндоваскулярных методов лечения ОИНК, возникновение которых связано с попыткой объединения преимуществ открытой хирургии и эндоваскулярных вмешательств, в результате чего можно было бы уменьшить дозу и время инфузии тромболитического агента или вообще отказаться от его использования, сократить время наблюдения в палате интенсивной терапии, ускорить восстановление кровотока в нижней конечности, уменьшить количество осложнений и стоимость лечения при сохранении или даже улучшении эффективности вмешательства. Также данные методики позволяют расширить показания для использования эндоваскулярных методов в лечении ОИНК, а именно включить пациентов, нуждающихся в экстренной реваскуляризации (класс IIb по Рузерфорду), и пациентов, имеющих высокий риск геморрагических осложнений или противопоказания к РКТ [5, 6].

Среди современных рентгенэндоваскулярных методик набирает популярность система ротационной атерэктомии Jetstream. Данная система впервые появилась в 2008 г., и после неоднократного улучшения функциональности и исправления недостатков в настоящее время используется модель последнего поколения, предназначенная для лечения широкого спектра патологий, встречающихся у пациентов с заболеванием периферических артерий (ЗПА), включая твердые и мягкие бляшки, кальциевые, тромботические и фиброзные поражения. Jetstream использует платформу 7 F и доступен с двумя типами катетеров: первый оснащен одним набором передних режущих лезвий, а второй – дополнительным набором лезвий большего размера для увеличения возможностей предварительного удаления объема. Таким образом обеспечивается непрерывная аспирация и активное удаление иссеченной ткани и тромба. Это устройство может быть особенно полезно при частично тромботических поражениях с подострой артериальной окклюзией [7]; было показано, что система атерэктомии Jetstream является эффективным

устройством для лечения кальцинированных бедренно-подколенных поражений [8]. В исследовании E.A. Secemsky et al. атерэктомия с помощью системы Jetstream привела к значительному уменьшению риска ишемии за счет удаления фиброзных и фиброзно-жировых бляшек [9]. Другое исследование, посвященное изучению безопасности и эффективности устройства ротационной атерэктомии, по результатам лечения 241 пациента с подколенными поражениями показало успешность процедуры 98,3%, высокий уровень отсутствия рестеноза (82%) через 1 год и значительно более низкий уровень процедурных осложнений (1,1%) [10].

В данной статье представлены клинические случаи успешного лечения аортоподвздошных поражений при острой ишемии нижних конечностей с помощью устройств ротационной атерэктомии.

## Описание случая 1

Пациент В., 70 лет, госпитализирован 23.10.2024 г. в ГКБ им. Ф.И. Иноземцева с жалобами на боли в левой нижней конечности (н/к) в покое, несколько уменьшающиеся в положении сидя, не купирующиеся приемом нестероидных противовоспалительных препаратов, на чувство онемения, похолодания, а также снижение чувствительности левой голени и стопы. Перемежающей хромотой страдает длительное время. Настоящее ухудшение в течение двух дней. Пациент осмотрен сосудистым хирургом центра, рекомендовано проведение ангиографии с последующей эндоваскулярной реваскуляризацией в бассейне пораженных артериальных сегментов в экстренном порядке. В анамнезе – оперативное вмешательство на левой н/к в объеме: реканализация, транслюминальная баллонная ангиопластика (ТЛБАП) и стентирование левой наружной подвздошной артерии (НПА) от 27.04.2023 г.

*Основной клинический диагноз:* Атеросклероз артерий нижних конечностей. Тромбоз общей подвздошной артерии (ОПА) слева, инстент тромбоз левой НПА. Острая ишемия левой нижней конечности 1 ст. Операции: реканализация, ТЛБАП и стентирование левой НПА от 27.04.2023 г.

*Сопутствующие заболевания:* гипертоническая болезнь III стадии, 1 степени, риск ССО 4.

Сахарный диабет II типа, целевой уровень HbA1c <7,5%. Бронхиальная астма легкоперсистирующего течения, вне обострения.

*Локальный статус.* Левая стопа и голень бледные, прохладные на ощупь. Пульсация справа определяется на всех уровнях, слева – отсутствует на всех уровнях. Активные и пассивные движения в пальцах левой стопы и голеностопном суставе в полном объеме, чувствительность в пальцах левой стопы и голеностопном суставе снижены. Справа – без особенностей.

По данным МСКТ-ангиографии аорты и артерий н/к: общая подвздошная артерия не контрастируется (рис. 1). Внутренняя подвздошная артерия контрастируется фрагментарно.

Общая бедренная артерия (ОБА), глубокая артерия бедра, поверхностная бедренная артерия (ПБА), подколенная артерия (ПоА) контрастированы на всем протяжении, дефектов контрастирования, затеков контрастного препарата вне сосудистого русла не выявлено.

Передняя большеберцовая артерия (ПББА) контрастируется на всем протяжении. Малоберцовая и задняя большеберцовая артерии (МБА и ЗББА) отходят от тибιοфибулярного ствола. МБА контрастируется на всем протяжении. ЗББА контрастируется в верхней трети, далее четко не визуализируется.

Выполнено оперативное вмешательство на левой н/к в объеме: реканализация, ротацион-

ная тромбэктомия из НПА и ОПА слева устройством Jetstream, ТЛБАП НПА, ОПА слева, стентирование ОПА стентом Eric 10×70 мм.

*Ход операции.* После обработки двукратно 1% раствором йодопирин, затем 0,5% спиртовым раствором хлоргексидина под местной анестезией и УЗ-контролем пунктирована ретроградно левая ОБА. Установлен интродьюсер 7 F. Системная гепаринизация 5000 ЕД. Диагностическая ангиография: окклюзия подвздошных артерий левой н/к (рис. 2). Выполнена проводниковая реканализация гидрофильным проводником (0,035") НПА, ОПА. Проводник выведен в истинный просвет брюшной аорты. Далее по проводнику (0,014") заведен катетер для системы атерэктомии Jetstream. Выполнена ротационная тромбэктомия из НПА и ОПА, согласно рекомендациям, за 4 прохода (рис. 3). При контрольной ангиографии НПА и ОПА проходимы, однако наблюдаются резидуальные стенозы на всем протяжении подвздошных артерий (рис. 4, а). Далее в ОПА на проводнике позиционирован и имплантирован стент Eric 10×70 мм с последующей постдилатацией (рис. 4, б). Выполнена ТЛБАП НПА баллонным катетером 9×100 мм. При контрольной ангиографии ОПА, НПА, ОБА, ПБА, ПоА и ПББА проходимы, без признаков диссекции, экстравазации и резидуальных стенозов, окклюзия ЗББА и МБА от устья, коллатеральное запол-



Рис. 1. Окклюзия ОПА, инстенг тромбоз НПА слева (стрелка)

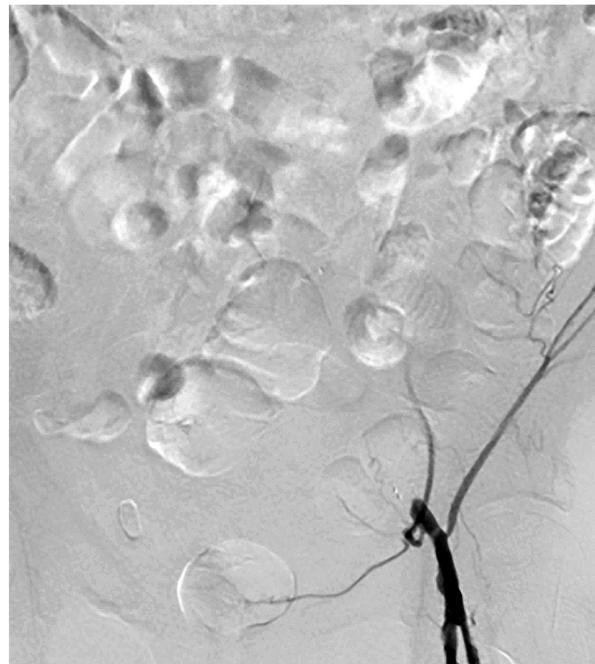


Рис. 2. Окклюзия подвздошных артерий слева



Рис. 3. Ротационная тромбэктомия из НПА и ОПА слева

нение МБА через приток ПББА. Процедура завершена. Эндovasкулярные инструменты удалены. Мануальный гемостаз. Наложена давящая асептическая повязка.

Операция прошла без осложнений. Послеоперационный период протекал без особенностей, полный регресс острой ишемии левой н/к. Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) артерий нижних конечностей от 30.10.2024 г.: магистральный кровоток на ОПА, НПА слева, окклюзия ЗББА с обеих сторон.

Через сутки после операции пациент в удовлетворительном состоянии выписан под амбулаторное наблюдение хирурга по месту жительства.

## Описание случая 2

Пациент Г., 72 года, госпитализирован 24.09.2024 г. в ГКБ им. Ф.И. Иноземцева с жалобами на боли в правой нижней конечности в покое, несколько уменьшающиеся в положении сидя, не купирующиеся приемом нестероидных противовоспалительных препаратов, на чувство онемения, похолодания, а также снижение чувствительности и движения правой голени и стопы. Настоящее ухудшение в течение 4 дней. Пациент осмотрен сосудистым хирургом центра, рекомендовано проведение ангиографии с последующей эндovasкулярной реваскуляризацией в бассейне пораженных артериальных сегментов в экстренном порядке. В анамнезе – оперативное вмешательство объеме: аортобедренное бифуркационное шунтирование от 2007 г. Реканализация. ТЛБАП со стентированием ПБА справа от 2022 г.

*Основной клинический диагноз:* Атеросклероз артерий нижних конечностей, брахиоцефальной артерии. Тромбоз правой ветви аортобедренного шунта. Острая ишемия правой нижней конечности 2А ст. Стеноз правой внутренней сонной артерии (ВСА) до 50–60%. Операция: аортобедренное бифуркационное

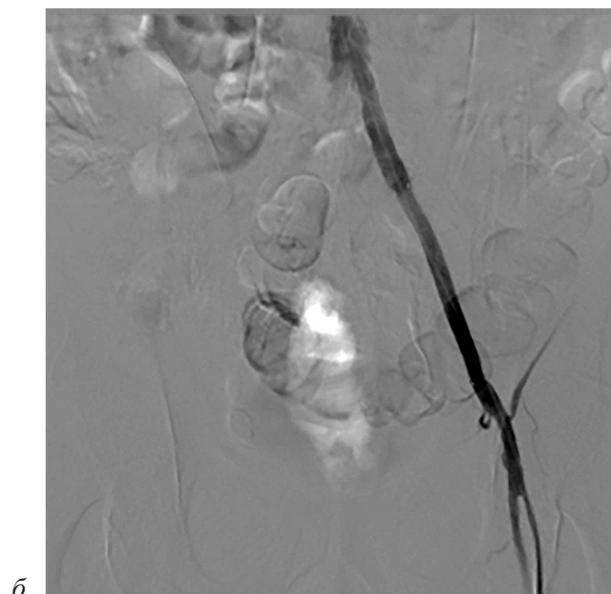
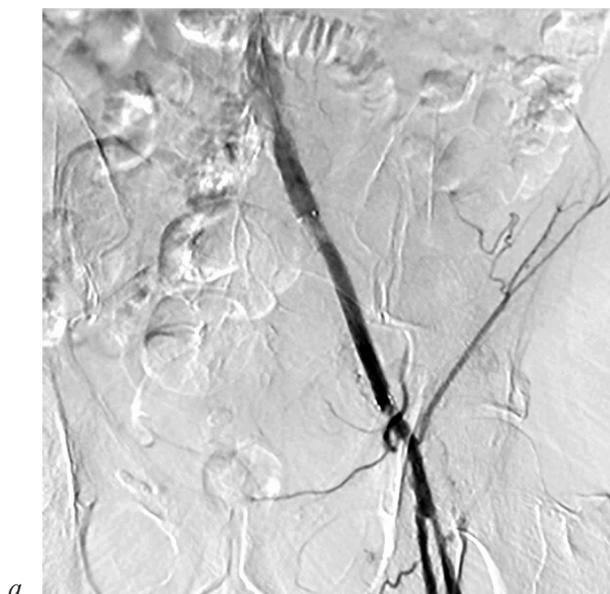


Рис. 4. Контрольная ангиография до (а) и после (б) стентирования ОПА слева

шунтирование от 2007 г. Реканализация. ТЛБАП со стентированием ПБА справа от 2022 г.

*Сопутствующие заболевания:* Ишемическая болезнь сердца. Стентирование правой коронарной артерии, замыкающей магистральной желудочковой ветви от 07.2018 г. Гипертоническая болезнь III стадии, АГ 2 степени, риск ССО 4.

*Локальный статус.* Правая стопа и голень бледные, прохладные на ощупь. Пульсация слева определяется на всех уровнях, справа в паховой области и дистальнее отсутствует. Активные движения и чувствительность в пальцах правой стопы и голеностопном суставе снижены, пассивные движения в полном объеме. Слева – без особенностей.

По данным МСКТ-ангиографии аорты и артерий н/к: тромбоз правой бранши аортобедренного шунта, окклюзия правой ОПА, НПА, ОБА, стенозы ПоА до 40–60%, окклюзия нижней трети ПББА, МБА, ЗББА на всем протяжении (рис. 5).

Выполнено оперативное вмешательство в объеме: реканализация, ротационная тромбэктомия с помощью устройства Jetstream из правой бранши аортобедренного шунта, ОБА справа.

*Ход операции.* Под местной анестезией раствором новокаина 0,25% – 20 мл после об-

работки двукратно 1% раствором йодопирина, затем 0,5% спиртовым раствором хлоргексидина под УЗ-контролем ретроградно пунктирована левая плечевая артерия. Установлен интродьюсер 6 F. Системная гепаринизация 5000 ЕД. Заведен диагностический катетер – при ангиографии признаки тромбоза правой бранши аортобедренного шунта от устья, инстент окклюзия ОБА справа (рис. 6), окклюзия МБА, ЗББА от устья, задержка контрастного вещества на уровне с/3 ПББА справа. Принято решение выполнить ротационную тромбэктомия из правой бранши аортобедренного шунта. По проводнику замена интродьюсера на Destination 7 F. Выполнена реканализация правой бранши аортобедренного шунта. Проводник проведен дистальнее окклюзии ОБА справа, выведен в истинный просвет в ПБА. Далее по проводнику 0,014" выполнена ротационная тромбэктомия с помощью устройства Jetstream из правой бранши аортобедренного шунта, ОБА справа (рис. 7). На серии контрольных ангиограмм просвет правой бранши аортобедренного шунта, ОБА восстановлены полностью, признаков диссекции и экстравазации нет (рис. 8). Процедура завершена. Эндоваскулярные инструменты удалены. Мануальный гемостаз. Наложена давящая асептическая повязка.

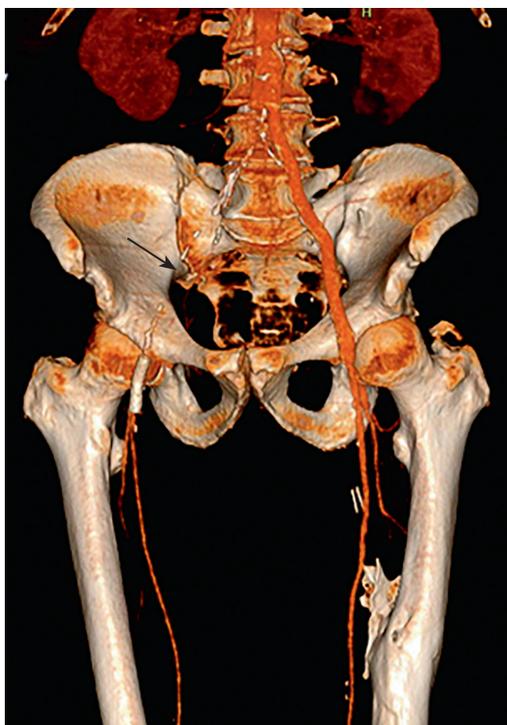


Рис. 5. Тромбоз правой бранши аортобедренного шунта

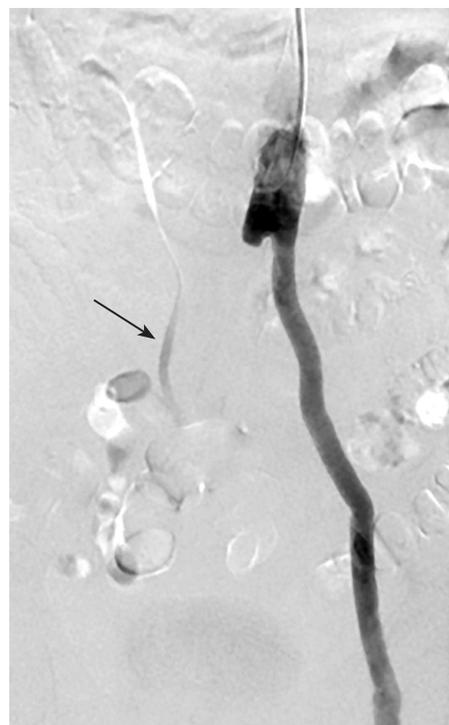


Рис. 6. Тромбоз правой бранши аортобедренного шунта (стрелка)

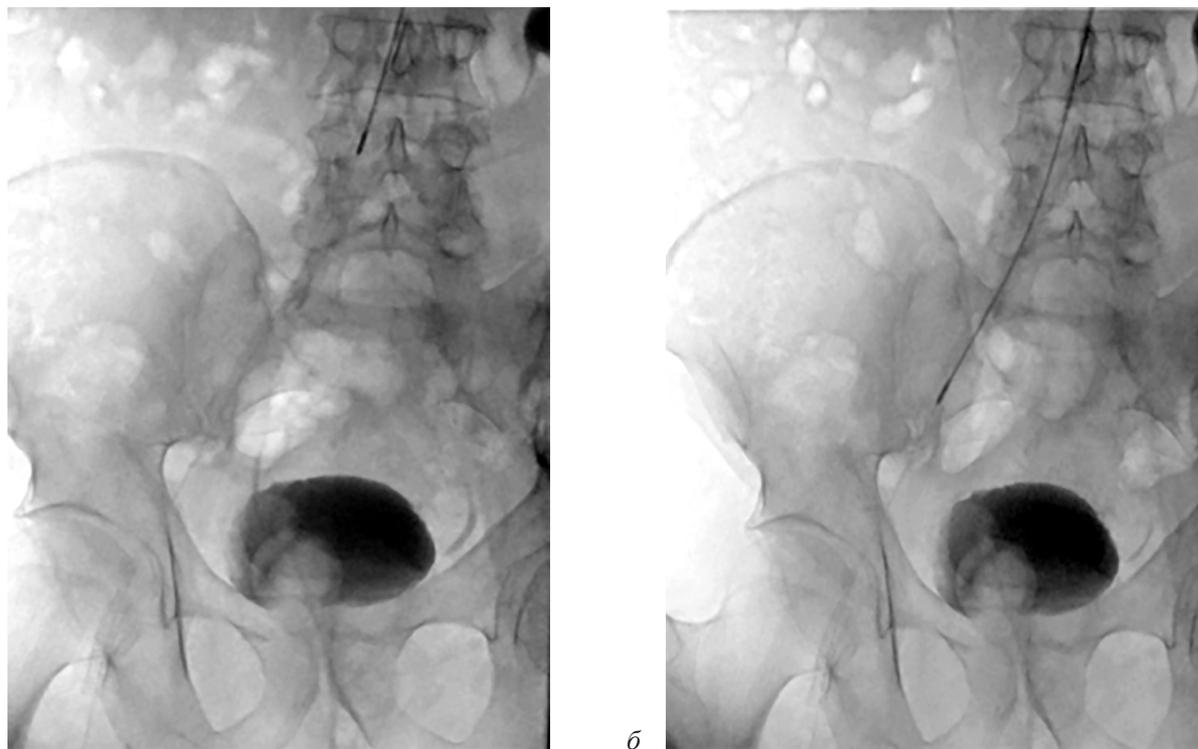


Рис. 7. Ротационная тромбэктомия с помощью устройства Jetstream (а, б)

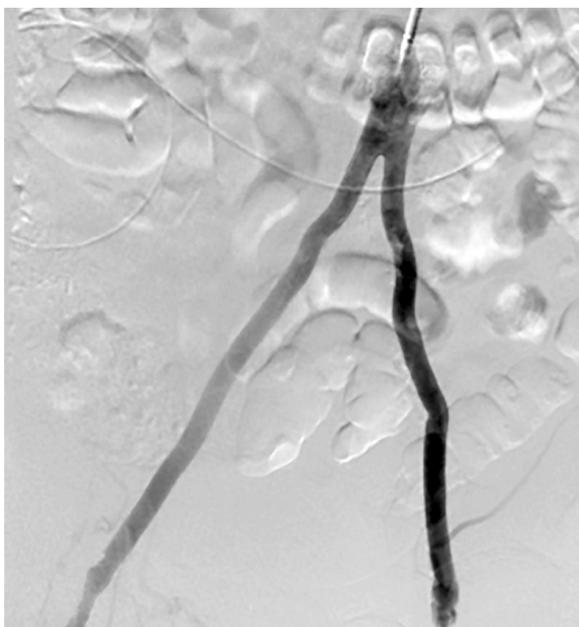


Рис. 8. Контрольная ангиография

Операция прошла без осложнений. Послеоперационный период протекал без особенностей. УЗДС артерий нижних конечностей от 01.10.2024 г. – на момент исследования эхографическая картина атеросклероза артерий обеих н/к; бранши аортобедренно-бифуркационного шунта проходимы на всем протяжении, магистральный кровоток на артерии голени.

Через сутки после операции пациент в удовлетворительном состоянии выписан под амбулаторное наблюдение хирурга по месту жительства.

### Заключение

Больные с высоким операционным риском требуют максимально взвешенного подхода к выбору объема, характера и этапности хирургического лечения, а также оптимального выбора времени операции для конкретной клинической ситуации. Современные ротационные эндоваскулярные системы позволяют достигать визуально контролируемого возобновления кровоснабжения конечностей, что, соответственно, дает основания рассчитывать на быструю клиническую динамику местного статуса в ближайшем послеоперационном периоде.

Высокая эффективность эндоваскулярных методик с коррекцией резидуальных сужений и гемодинамически значимых стенозов в сосудах притока и оттока, малая травматичность, хорошие непосредственные результаты позволяют рассматривать ротационную атерэктомия как перспективную альтернативу традиционному хирургическому лечению этой патологии [11].

## Литература/References

- Mahe G., Jaquinandi V. Diagnosis of lower limb peripheral artery disease. *Presse Med.* 2017; 47 (1): 47–55. DOI: 10.1016/j.lpm.2017.09.021
- Синявин Г.В., Винокуров И.А., Мнацакян Г.В., Белов Ю.В. Эпидемиология и патогенез острой ишемии нижних конечностей. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2019; 12 (4): 291–295. DOI: 10.17116/kardio201912041291  
Sinyavin G.V., Vinokurov I.A., Mnatsakanyan G.V., Belov Yu.V. Epidemiology and pathogenesis of acute lower limb ischemia. *Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2019; 12 (4): 291–295 (in Russ.). DOI: 10.17116/kardio201912041291
- Небылицин Ю.С., Лазуко С.С., Кутько Е.А. Синдром ишемии-реперфузии нижних конечностей. *Вестник ВГМУ.* 2018; 17 (6): 18–31. DOI: 10.22263/2312-4156.2018.6.18  
Nebylitsin Yu.S., Lazuko S.S., Kutko E.A. Lower limb ischemia-reperfusion syndrome. *Vestnik VSMU (Bulletin of Vitebsk State Medical University).* 2018; 17 (6): 18–31 (in Russ.). DOI: 10.22263/2312-4156.2018.6.18
- Кутько Е.А. Сравнительный анализ эндоваскулярных методов лечения острой ишемии нижней конечности. *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова.* 2019; 27 (2): 258–273. DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019272258-273  
Kutko E.A. Comparative analysis of endovascular methods for treating acute lower limb ischemia. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2019; 27 (2): 258–273 (in Russ.). DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019272258-273
- Hage A., McDevitt J., Chick J., Vadlamudi V. Acute limb ischemia therapies: when and how to treat endovascularly. *Semin. Intervent. Radiol.* 2018. 35 (5): 453–460. DOI: 10.1055/s-0038-1676321
- Vorwerk D., Triebe S., Ziegler S., Ruppert V. Percutaneous mechanical thromboembolectomy in acute lower limb ischemia. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2019; 42 (2): 178–185. DOI: 10.1007/s00270-018-2129-3
- Towashiraporn K., Krittayaphong R., Tresukosol D., Phankingthongkum R., Tungsubutra W., Wongpraparut N. et al. Clinical outcomes of rotational atherectomy in heavily calcified lesions: evidence from the largest cardiac center in Thailand. *Global Heart.* 2022; 17 (1): 77. DOI: 10.5334/gh.1162
- Yamamoto Y., Kawarada O., Ando H., Anzai H., Zen K., Tamura K. et al. Effects of high-speed rotational atherectomy in peripheral artery disease patients with calcified lesions: a retrospective multicenter registry. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2020; 35 (4): 393–397. DOI: 10.1007/s12928-020-00643-9
- Chowdhury M., Secemsky E.A. Atherectomy vs other modalities for treatment during peripheral vascular intervention. *Curr. Cardiol. Rep.* 2022; 24 (7): 869–877. DOI: 10.1007/s11886-022-01709-1
- Gray W.A., Garcia L.A., Amin A., Shammam N.W. JET registry investigators. Jetstream atherectomy system treatment of femoropopliteal arteries: results of the post-market JET Registry. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2018; 19 (5, Pt. A): 506–511. DOI: 10.1016/j.carrev.2017.12.015
- Jarosinski M., Kennedy J.N., Khamzina Y., Alie-Cusson F.S., Tzeng E., Eslami M. et al. Percutaneous thrombectomy for acute limb ischemia is associated with equivalent limb and mortality outcomes compared with open thrombectomy. *J. Vasc. Surg.* 2024; 79 (5): 1151–1162.e3. DOI: 10.1016/j.jvs.2024.01.014

*Некролог***Памяти Павла Анатольевича Болотова**

28 июля 2025 г. на 65-м году жизни скоропостижно скончался заслуженный врач Российской Федерации, доктор медицинских наук, выдающийся специалист в области рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения, член Российского научного общества специалистов по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению Павел Анатольевич Болотов.

В 1983 г. Павел Анатольевич окончил Московский медицинский стоматологический институт по специальности «лечебное дело». С 1984 по 1991 г. работал научным сотрудником в Центральном научно-исследовательском институте туберкулеза МЗ СССР, с 1993 по 2013 г. возглавлял отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения в Центральном клиническом военном госпитале Федеральной службы Российской Федерации, а с 2013 г. работал врачом в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГКБ им. В.В. Вересаева города Москвы.

Всю свою жизнь Павел Анатольевич посвятил служению медицине и науке, сначала специализировался на анестезиологии и реанимации, а затем заинтересовался эндоваскулярной хирургией и до последнего времени работал в этом направлении клинической медицины. Павел Анатольевич стоял у истоков отечественной эндоваскулярной хирургии и активно участвовал в ее становлении в нашей стране, специализировался на эндоваскулярном лечении сложных поражений при



ишемической болезни сердца и инсульте. Выступил автором и соавтором более 100 научных публикаций.

Павла Анатольевича уважали коллеги и пациенты, отмечая его высокий профессионализм, глубину знаний, добросовестность, искренность и человечность.

*Светлая память о Павле Анатольевиче навсегда останется в наших сердцах.*

## Памяти Владимира Ильича Прокубовского

10 августа 2025 г. на 96-м году ушел из жизни наш коллега, выдающийся советский и российский ученый, один из основоположников рентгенэндоваскулярной хирургии в СССР и Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Владимир Ильич Прокубовский.

Владимир Ильич родился 24 сентября 1929 г. в городе Москве. В 1953 г. с отличием окончил Рязанский медицинский институт им. И.П. Павлова и приступил к работе в качестве хирурга в Троекуровской районной больнице Липецкой области. Через 6 лет, в 1959 г., Владимир Ильич поступил в ординатуру по специальности «хирургия» в московскую Городскую клиническую больницу № 1 им. Н.И. Пирогова.

За годы трудовой деятельности, неразрывно связанной с клиникой факультетской хирургии им. С.И. Спасокукоцкого, В.И. Прокубовский прошел путь от ординатора до профессора, стал признанным авторитетом в области рентгенэндоваскулярной хирургии.

Работая в 1960-х годах на кафедре факультетской хирургии под руководством академика РАН В.С. Савельева и занимаясь абдоминальной и сосудистой хирургией, В.И. Прокубовский проявил повышенный интерес к рентгеноконтрастным исследованиям сердечно-сосудистой системы при врожденных и приобретенных пороках сердца, патологии аорты и периферических артерий, окклюзионно-стенотических поражениях магистральных артерий и вен таза и конечностей.

Одним из первых в нашей стране В.И. Прокубовский освоил и популяризировал методику чрескожной катетеризации аорты и магистральных сосудов бедренным и подмышечным доступами. В дальнейшем он продолжил научно-практические исследования различных аспектов ангиографии, разработал оригинальные методики флебографии центральных и периферических вен – нижней полой вены, подвздошных и бедренных вен.

Огромный опыт в селективной катетеризации сердца и сосудов, высокий уровень клинической подготовки, глубокие знания ангиоэмболики заболеваний сердца, сосудов и внутренних органов позволили В.И. Прокубовскому



стать одним из основателей нового направления современной клинической медицины – рентгенэндоваскулярной хирургии.

Владимир Ильич одним из первых разработал различные методики баллонной ангиопластики при хронической непроходимости артерий таза и конечностей. Примененные им впервые в отечественной практике селективная инфузия лекарственных препаратов в непарные висцеральные ветви брюшного отдела аорты для лечения панкреонекрозов и перитонита, регионарный тромболизис и катетерная тромбэктомия при тромбозах артерий таза и нижних конечностей, чрескожный чреспеченочный эндоваскулярный гемостаз при кровотечениях из варикозно расширенных вен пищевода и желудка, внутрисосудистая катетерная эмболэктомия из легочных, верхней брыжеечной и почечных вен в значительной мере снизили показатели смертности и инвалидизации по данным тяжелым клиническим нозологиям.

Колоссальные знания ангиоэмболики заболеваний сердца, сосудов и внутренних органов, а также инженерная мысль Прокубовского позволили совместно с коллективом клиники и инженерами создать первые в СССР оригинальные устройства и методики рентгенэндоваскулярной окклюзии открытого ар-

териального протока, разработать и внедрить в практику устройства для профилактики и лечения тромбоза легочной артерии, в том числе кава-фильтры «РЭПТЭЛА», «Песочные часы», «Зонтик».

Владимир Ильич – автор более 300 научных работ, 20 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Под его руководством защищены 14 кандидатских и 4 докторские диссертации, изданы методические рекомендации по вопросам ангиографической диагностики и эндоваскулярной хирургии. Ему впервые в России удалось создать экстренную ангиографическую службу на базе городской клинической больницы.

Приоритетность, общественная важность и высокая диагностическая и лечебная эффективность научных исследований и разработок Владимира Ильича, широкое внедрение современных технологий в практическую медицину были высоко оценены. В 1992 г. В.И. Прокубовский стал лауреатом Государственной премии Российской Федерации по науке и технике за научные исследования по проблеме тромбоза легочной артерии. В 1997 г. ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки Российской Федерации.

*Память о Владимире Ильиче Прокубовском навсегда останется в сердцах родных, коллег и близких друзей.*