

Учредитель
Общероссийская
общественная организация
«Российское научное
общество специалистов
по ренттенэндоваскулярной
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 донного 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 Шишкова Э.В.

### Компьютерная верстка и обработка графического материала

Комарова Е.Ю., Непогодина М.В.

Номер подписан в печать 28.09.2022

Формат 60×88 1/8 Печ. л. 11,5 Усл. печ. л. 11,27 Уч.-изд. л. 9,77 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



Эндоваскулярная хирургия 2022; 9 (3): 211–302 **DOI:** 10.24183/2409-4080-2022-9-3

## 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: 14.01.05 «Кардиология», 14.01.13 «Лучевая диагностика, лучевая терапия», 14.01.26 «Сердечно-сосудистая хирургия»

2022 • T. 9 • № 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) Гранада Х.Ф. (Нью-Йорк, США) Закарян Н.В., кандидат мед. наук (Москва) Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург) Крестьянинов О.В., доктор мед. наук (Новосибирск) Матчин Ю.Г., профессор (Москва) Меркулов Е.В., доктор мед. наук (Москва) Палеев Ф.Н., чл.-корр. РАН (Москва) Петросян К.В., доктор мед. наук (Москва) Поляков Р.С., доктор мед. наук (Москва)

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

Раймерс Б. (Милан, Италия)
Руденко Б.А., доктор мед. наук (Москва)
Самко А.Н., профессор (Москва)
Семитко С.П., доктор мед. наук (Москва)
Скрыпник Д.В., профессор (Москва)
Федорченко А.Н., доктор мед. наук
(Краснодар)
Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)
Чернявский М.А., доктор мед. наук
(Санкт-Петербург)
Читам Д.П., профессор (Колумбус,
Огайо, США)

### Редакционный совет

Акчурин Р.С., академик РАН (Москва) Барбараш Л.С., академик РАН (Кемерово) Белов Ю.В., академик РАН (Москва) Белозеров Г.Е., профессор (Москва) Бокерия Л.А., академик РАН (Москва) Борисова Н.А., профессор (Санкт-Петербург) Гавриленко А.В., академик РАН (Москва) Голухова Е.З., академик РАН (Москва) Дземешкевич С.Л., профессор (Москва) Затевахин И.И., академик РАН (Москва) Караськов А.М., академик РАН (Москва) Караськов А.М., академик РАН (Новосибирск) Мазаев В.П., профессор (Москва) Подзолков В.П., академик РАН (Москва)

Порханов В.А., академик РАН (Краснодар)
Прокубовский В.И., профессор (Москва)
Рабкин И.Х., чл.-корр. РАН (Бостон, США)
Савченко А.П., профессор (Москва)
Сухов В.К., профессор (Санкт-Петербург)
Хубулава Г.Г., академик РАН
(Санкт-Петербург)
Честухин В.В., профессор (Москва)
Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)
Шляхто Е.В., академик РАН
(Санкт-Петербург)
Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)
Шпектор А.В., профессор (Москва)



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

www.endovascular.ru

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

### **Editorial Office**

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

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

The journal is indexed:
Russian Science Citation Index



Russian Journal of Endovascular Surgery 2022; 9 (3): 211–302 **DOI:** 10.24183/2409-4080-2022-9-3

# Russian Journal of Endovascular Surgery

### Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal Publication frequency: quarterly Established in 2014

**DOI:** 10.24183/2409-4080

2022 · Vol. 9 · 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) Chernyavskiy M.A., PhD (Saint Petersburg) Fedorchenko A.N., PhD (Krasnodar) Ganyukov V.I., PhD (Kemerovo) Granada J.F. (New York, USA) Hijazi Z.M., Professor (Doha, Qatar) Kandyba D.V. (Saint Petersburg) Krest'yaninov O.V., PhD (Novosibirsk) Matchin Yu.G., Professor (Moscow) Merkulov E.V., PhD (Moscow)

Paleev F.N., Corresponding Member of RAS (Moscow)
Petrosyan K.V., PhD (Moscow)
Polyakov R.S., PhD (Moscow)
Pursanov M.G., PhD (Moscow)
Reimers B. (Milan, Italy)
Rudenko B.A., PhD (Moscow)
Samko A.N., Professor (Moscow)
Semitko S.P., PhD (Moscow)
Skrypnik D.V., Professor (Moscow)
Zakaryan N.V., PhD (Moscow)

### **Advisory Board**

Akchurin R.S., Academician of RAS (Moscow)
Barbarash L.S., Academician of RAS (Kemerovo)
Belov Yu.V., Academician of RAS (Moscow)
Belozerov G.E., Professor (Moscow)
Bockeria L.A., Academician of RAS (Moscow)
Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)
Chestukhin V.V., Professor (Moscow)
Dzemeshkevich S.L., Professor (Moscow)
Gavrilenko A.V., Academician of RAS (Moscow)
Golukhova E.Z., Academician of RAS (Moscow)
Karaskov A.M., Academician of RAS
(Novosibirsk)
Khubulava G.G., Academician of RAS
(Saint Petersburg)
Mazaev V.P., Professor (Moscow)

Podzolkov V.P., Academician of RAS (Moscow)
Porkhanov V.A., Academician of RAS
(Krasnodar)
Prokubovskiy V.I., Professor (Moscow)
Rabkin I.Kh., Corresponding Member of RAS
(Boston, USA)
Savchenko A.P., Professor (Moscow)
Shakhov B.E., Professor
(Nizhniy Novgorod)
Shlyakhto E.V., Academician of RAS
(Saint Petersburg)
Shneider Yu.A., Professor (Kaliningrad)
Shpektor A.V., Professor (Moscow)
Sukhov V.K., Professor (Saint Petersburg)
Zatevakhin I.I., Academician of RAS (Moscow)

### Эндоваскулярная хирургия

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

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

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

Редакция журнала придерживается принципов и рекомендаций Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ), Комитета по публикационной этике (СОРЕ), 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.

# Russian Journal of Endovascular Surgery • 2022; 9 (3)

### СОДЕРЖАНИЕ

### От главного редактора

### Обзоры

**Майнгарт С.В., Федорченко А.Н., Порханов В.А.** Методы определения степени кальцификации зоны имплантации транскатетерных клапанов и их клиническая значимость

Климовский С.Д., Газарян Г.Г., Мирилашвили Т.Ш., Кричман М.Д. Эндоваскулярное лечение эмболических осложнений фибрилляции предсердий: обзор литературы, клинические примеры

### Оригинальные статьи

Коробка В.Л., Хрипун А.В., Малеванный М.В., Филоненко Д.А. Отдаленные результаты стентирования сонных артерий в центре с большими объемами выполнения процедур: опыт эндоваскулярного лечения рестенозов внутренней сонной артерии

Соловьёв В.А., Авдонина Н.Г., Чернявский М.А., Сусанин Н.В. Оценка безопасности стентирования у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами почечных артерий и нарушением почечной функции

### Клинические наблюдения

Новак А.Я., Мелешенко Н.Н., Гёлецян Л.Г., Навалиев Ю.М., Вахромеева М.Н., Вахрамеева А.Ю., Алекян Б.Г. Успешное чрескожное коронарное вмешательство с применением методов моментального резерва кровотока и внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациента, перенесшего ранее стентирование, без ангиографически значимого поражения коронарных артерий

Третьякова М.М., Манчуров В.Н., Скрыпник Д.В., Костин А.В., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В. Чрескожное коронарное вмешательство высокого риска на стволе левой коронарной артерии с использованием аппарата искусственного кровообращения

Пилтакян В.Х., Даутов Р.Ф., Тепляков Д.В., Жердев Н.Н. Методика усиления поддержки проводникового катетера 0,035" проводником при сложных чрескожных коронарных вмешательствах

Киреев К.А., Фокин А.А., Руднева К.А., Чекорский Ф.В., Поляков А.В., Фастаковский В.В. Эндоваскулярное лечение острого инфаркта миокарда у пациента с коронарным шунтированием в анамнезе

Поляков Р.С., Кур-ипа К.А., Крайников Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Абугов С.А. Эндоваскулярное лечение изолированной аневризмы бронхиальной артерии

Папоян С.А., Громов Д.Г., Асатурян К.С., Смяловский Д.В., Амирханян Д.С. Гибридное лечение посттравматической псевдоаневризмы позвоночной артерии

Васильев Д.К., Руденко Б.А., Фещенко Д.А., Шукуров Ф.Б., Шаноян А.С. Осложнение плечевого артериального доступа после чрескожного коронарного вмешательства

Джуракулов Ш.Р., Аверков О.В., Вечорко В.И., Ташлиев К.В., Корпиенко Ю.А., Ступин В.А. Баллонная ангиопластика и стентирование аорто-подвздошного сегмента у пациентки с критической ишемией при подтвержденном COVID-19

### **CONTENTS**

### 215 From the Editor-in-Chief

### Reviews

217 Mayngart S.V., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Methods for determining the degree of calcification of the landing zone of transcatheter valves and their clinical significance

228 Klimovskiy S.D., Gazaryan G.G., Mirilashvili T.Sh., Krichman M.D. Endovascular treatment of embolic complications of atrial fibrillation: literature review, clinical examples

### Original articles

238 Korobka V.L., Khripun A.V., Malevannyy M.V., Filonenko D.A.
Long-term results of carotid artery stenting in the center with
large volumes: experience in endovascular treatment of internal carotid artery restenoses

246 Solov'ev V.A., Avdonina N.G., Chernyavskiy M.A., Susanin N.V. Estimation of the safety of stenting in patients with hemodynamically significant renal artery stenosis and renal function disorder

### Case reports

252 Novak A.Ya., Meleshenko N.N., Geletsyan L.G., Navaliev Yu.M., Vakhromeeva M.N., Vakhrameeva A.Yu., Alekyan B.G. Successful percutaneous coronary intervention using instantaneous wave-free ratio and intravascular ultrasound in a patient previously undergoing stenting without angiographic coronary stenosis

260 Tret'yakova M.M., Manchurov V.N., Skrypnik D.V., Kostin A.V., Vasil'eva E.Yu., Shpektor A.V. High-risk percutaneous coronary intervention of left main disease with mechanical circulatory support

266 Piltakyan V.Kh., Dautov R.F., Teplyakov D.V., Zherdev N.N. Armored guiding catheter technique for balloon and stent delivery in complex and challenging lesions

273 Kireev K.A., Fokin A.A., Rudneva K.A., Chekorskiy F.V., Polyakov A.V., Fastakovskiy V.V. Endovascular treatment of acute myocardial infarction in a patient with a history of coronary artery bypass grafting

279 Polyakov R.S., Kur-ipa K.A., Kraynikov D.A., Puretskiy M.V., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Abugov S.A. Endovascular treatment of isolated bronchial artery aneurysm

284 Papoyan S.A., Gromov D.G., Asaturyan K.S., Smyalovskiy D.V., Amirkhanyan D.S. Hybrid treatment of the posttraumatic pseudoaneurysm of the vertebral artery

291 Vasil'ev D.K., Rudenko B.A., Feshchenko D.A., Shukurov F.B., Shanoyan A.S. Complication of brachial arterial access after percutaneous coronary intervention

297 Dzhurakulov Sh.R., Averkov O.V., Vechorko V.I., Tashliev K.V., Kornienko Yu.A., Stupin V.A. Aortoiliac balloon angioplasty and stenting in a female patient with critical limb ischemia and confirmed COVID-19

# Эндоваскулярная хирургия • 2022; 9 ((

### От главного редактора

### Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию очередной, третий в 2022 г., номер журнала «Эндоваскулярная хирургия», в котором традиционно представлены работы, посвященные наиболее интересным и актуальным аспектам эндоваскулярного лечения коронарной болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер работа С.В. Майнгарта, А.Н. Федорченко и В.А. Порханова, освещающая методы определения степени кальцификации зоны имплантации транскатетерных клапанов и их клиническую значимость. В связи с неуклонным ростом числа процедур транскатетерной имплантации аортального клапана оптимизация скрининга кальцификации зоны его имплантации по данным компьютерной томографии крайне важна, так как способствует значительному снижению частоты и выраженности парапротезной регургитации. В статье представлен обзор двух основных подходов к оценке кальцификации зоны имплантации клапанов, оценивается клиническая значимость каждого из этих методов для прогнозирования частоты парапротезной регургитации.

Работа С.Д. Климовского, Г.Г. Газаряна, Т.Ш. Мирилашвили и М.Д. Кричмана посвящена эндоваскулярному лечению эмболических осложнений фибрилляции предсердий. Авторами представлен обзор литературы по этой тематике, а также приведены соответствующие клинические наблюдения, наглядно показывающие важность и актуальность данной проблемы.

Раздел оригинальных статей открывает работа В.Л. Коробки, А.В. Хрипуна, М.В. Малеванного и Д.А. Филоненко, посвященная отдаленным результатам стентирования сонных артерий в центре с большими объемами каротидных интервенций и собственному опыту эндоваскулярного лечения рестенозов внутренних сонных артерий после стентирования. Проведенный анализ, основанный на 500 клинических наблюдениях, позволил авторам сделать заключение о том, что стентирование каротидных артерий является эффективной и безопасной процедурой для профилактики первичных и повторных нарушений мозгового кровообращения, в том числе в отдаленном периоде наблюдения. Представленные клинические случаи демонстрируют возможность, безопасность и эффективность применения stent-in-stent методики коррекции рестеноза самораскрывающимися стентами.



Следующая статья В.А. Соловьёва, Н.Г. Авдониной, М.А. Чернявского и Н.В. Сусанина посвящена оценке безопасности стентирования у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами почечных артерий и нарушением почечной функции. Представлен опыт эндоваскулярного лечения 130 пациентов с атеросклеротическим поражением устья почечных артерий, направленных на плановое стентирование почечных артерий. В работе приведены алгоритмы ведения пациентов, демонстрирующие результаты применения интервенционных методик у больных со стенозирующими поражениями почечных артерий в сочетании с хронической болезнью почек. Проведенный анализ позволил авторам сделать заключение о безопасности эндоваскулярной хирургии в лечении больных с атеросклеротическим поражением почечных артерий.

Раздел, включающий клинические наблюдения, открывает работа А.Я. Новака, Н.Н. Мелешенко, Л.Г. Гёлецян, Ю.М. Навалиева, М.Н. Вахромеевой, А.Ю. Вахрамеевой и Б.Г. Алекяна, в которой представлено описание успешного чрескожного вмешательства с применением методов определения моментального резерва коронарного кровотока и внутрисосудистого ульгразвукового исследования у пациента без ангиографически значимого поражения коронарных артерий.

Следующая работа М.М. Третьяковой, В.Н. Манчурова, Д.В. Скрыпника, А.В. Костина, Е.Ю. Васильевой и А.В. Шпектора содержит описание чрескожного коронарного вмешательства высокого риска на стволе левой коронарной артерии с использованием искусственного кровообращения.

В работе В.Х. Пилтакяна, Р.Ф. Даутова, Д.В. Теплякова и Н.Н. Жердева представлена методика усиления поддержки коронарного проводникового

катетера при выполнении сложных коронарных вмешательств с использованием 0,035" проводника.

Клиническое наблюдение К.А. Киреева, А.А. Фокина, К.А. Рудневой, Ф.В. Чекорского, А.В. Полякова и В.В. Фастаковского посвящено эндоваскулярному лечению острого инфаркта миокарда у пациента с коронарным шунтированием в анамнезе.

Клиническое наблюдение, представленное Р.С. Поляковым, К.А. Кур-ипа, Д.А. Крайниковым, М.В. Пурецким, Г.В. Марданяном, А.А. Пирковой и С.А. Абуговым, демонстрирует достаточно редкую клиническую ситуацию — изолированную аневризму бронхиальной артерии, подвергнутую эндоваскулярному лечению.

Работа С.А. Папояна, Д.Г. Громова, К.С. Асатуряна, Д.В. Смяловского и Д.С. Амирханяна посвящена клиническому случаю гибридного — хирургического и эндоваскулярного — лечения посттравматической псевдоаневризмы позвоночной артерии, а статья Д.К. Васильева, Б.А. Руденко,

Д.А. Фещенко, Ф.Б. Шукурова, А.С. Шанояна отражает эндоваскулярное лечение псевдоаневризмы в области плечевого артериального доступа после чрескожного коронарного вмешательства. Завершает раздел, посвященный клиническим наблюдениям, работа Ш.Р. Джуракулова, О.В. Аверкова, В.И. Вечорко, К.В. Ташлиева, Ю.А. Корниенко и В.А. Ступина, в которой описан случай выполнения баллонной ангиопластики и стентирования аорто-подвздошного сегмента у пациентки с критической артериальной ишемией на фоне новой коронавирусной инфекции.

Мы убеждены, что представленные в третьем номере журнала статьи, имеющие безусловное научное и практическое значение, будут полезны вам в клинической работе. Приглашаем вас к дальнейшему сотрудничеству, целью которого является повышение уровня и качества оказания медицинской помощи с применением методов рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения нашим пациентам.

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

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.126.42-089.844

### Методы определения степени кальцификации зоны имплантации транскатетерных клапанов и их клиническая значимость

С.В. Майнгарт $^{\boxtimes}$ , А.Н. Федорченко, В.А. Порханов

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

Майнгарт Сергей Владимирович, врач; orcid.org/0000-0002-6749-5197, e-mail: maingart@mail.ru
Федорченко Алексей Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-5589-2040

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

### Резюме

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является важным хирургическим методом лечения пациентов с тяжелым стенозом АК. Степень и распространение кальцификации в зоне имплантации клапанов (створки аортального клапана, фиброзное кольцо аортального клапана и выводной отдел левого желудочка) являются важными факторами, определяющими исход ТИАК. Оптимизация скрининга кальцификации зоны имплантации клапана на компьютерной томографии позволяет выявить истинные, значительно более низкие частоту и степень парапротезной регургитации. В настоящее время в медицинском сообществе активно обсуждается оптимальный порог единиц Хаунсфилда для сканирования зоны имплантации клапана при компьютернотомографическом исследовании с контрастным усилением, который позволит избежать неточного определения количества, объема и массы кальцификатов в зоне имплантации клапана. Выделяют два основных подхода для оценки кальцификации зоны имплантации клапана, в каждом из которых используются несколько вариантов разнообразных алгоритмов выбора единиц Хаунсфилда. Эта неоднородность методов и подходов привела к ограниченному пониманию необходимых показателей кальцификации, которые можно использовать в клинической практике для будущей стратификации рисков ТИАК. В статье представлен обзор двух основных подходов к оценке кальцификации зоны имплантации клапанов, результаты сравниваются с результатами, полученными традиционным методом Агатстона, оценивается клиническая значимость каждого из методов для прогнозирования частоты парапротезной регургитации.

**Ключевые слова:** кальцификация, стеноз аортального клапана, транскатетерная имплантация аортального клапана, парапротезная регургитация

**Для цитирования:** Майнгарт С.В., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Методы определения степени кальцификации зоны имплантации транскатетерных клапанов и их клиническая значимость. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 217–27. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-217-227

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

Поступила 01.07.2022 Принята к печати 25.07.2022

# Methods for determining the degree of calcification of the landing zone of transcatheter valves and their clinical significance

S.V. Mayngart<sup>⊠</sup>, A.N. Fedorchenko, V.A. Porkhanov

Scientific Research Institution - S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital № 1, Krasnodar, Russian Federation

Sergey V. Mayngart, Physician; orcid.org/0000-0002-6749-5197, e-mail: maingart@mail.ru
Aleksey N. Fedorchenko, Dr. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-5589-2040
Vladimir A. Porkhanov, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Chief Physician; orcid.org/0000-0003-0572-1395

### Abstract

Transcatheter aortic valve implantation (TAVI) is an important surgical treatment for patients with severe aortic valve stenosis. The extent and extent of calcification in the device landing zone (aortic valve leaflets, aortic annulus, and left

Эндоваскулярная хирургия • 2022; 9 (3) DO

ventricular outflow tract) are important factors in determining the outcome of TAVI. Optimization of screening for calcification of the device landing zone on computed tomography contributes to a significant reduction in the frequency and degree of paravalvular leak. Currently, the medical community is actively discussing the optimal threshold of Hounsfield units for scanning the valve implantation zone in computed tomography with contrast enhancement, which will avoid inaccurate determination of the number, volume and mass of calcifications in the device landing zone. There are two main approaches for assessing valve implantation site calcification, each of which uses several variants of various algorithms for selecting Hounsfield units. This heterogeneity of methods and approaches has led to a limited understanding of the necessary indicators of calcification that can be used in clinical practice for future risk stratification of TAVI. The article presents an overview of the two main approaches to assessing calcification of the device landing zone, the results of the approaches are compared with the traditional Agatston method, and the clinical significance of each of the methods for predicting the incidence of paravalvular leak.

Keywords: calcification, aortic valve stenosis, transcatheter aortic valve implantation, paravalvular leak

**For citation:** Mayngart S.V., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Methods for determining the degree of calcification of the landing zone of transcatheter valves and their clinical significance. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 217–27 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-217-227

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

Received July 1, 2022 Accepted July 25, 2022

### Введение

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является важным интервенционным методом лечения для возрастных пациентов с тяжелым стенозом аортального клапана (АК) и высоким операционным риском [1, 2]. Распространенным осложнением, связанным с повышенной смертностью, возникающим после ТИАК, выступает парапротезная регургитация (ППР) [3-5]. Исследования показали, что умеренная/тяжелая ППР после ТИАК связана со снижением долгосрочной выживаемости [4, 5]. Клинические последствия легкой ППР оцениваются неоднозначно. Ряд исследований демонстрируют, что легкая ППР тоже влияет на выживаемость после ТИАК, особенно в отдаленном периоде [4-6].

В последние несколько лет отмечалось стремительное улучшение технологии изготовления транскатетерных протезов аортального клапана, что привело к снижению частоты ППР после операции [7]. Тем не менее легкая ППР встречается у 30% пациентов, которым были имплантированы транскатетерные клапаны последнего поколения [8, 9]. С целью дальнейшего улучшения результатов лечения продолжаются работы по оптимизации скрининга пациентов перед ТИАК [10]. Степень и распространение кальцификации в зоне имплантации клапанов (ЗИК: створки АК, фиброзное кольцо АК и выводной отдел левого желудочка -ВОЛЖ) были определены как важные факторы, определяющие исход процедуры [11–15]. Оптимизация скрининга кальцификации ЗИК на основе компьютерной томографии (КТ) позволяет выявить истинные, значительно сниженные частоту и степень ППР [5]. Продолжающаяся тенденция к лечению более молодых, физически более активных пациентов с низким хирургическим риском еще раз подчеркивает важность оценки кальцификации ЗИК для будущей стратификации риска развития ППР [8, 9].

Традиционно измерение кальцификации ЗИК проводится в соответствии с методом, описанным Агатстоном и др. (рис. 1), с использованием компьютерной томографии без контрастного усиления [16, 17]. Метод Агатстона входит в стандарты обследования перед ТИАК, но только в случае необходимости количественного определения кальцификации створок АК [18]. Однако он имеет некоторые недостатки, чем и можно объяснить, почему этот метод широко не применяется в клинической практике в качестве скрининга кальцификации перед ТИАК. Основными причинами считаются низкая воспроизводимость и чувствительность. Необходимость дополнительного сканирования с радиационным воздействием, пусть и не слишком высоким, является дополнительным ограничением [19].

В последние годы объем кальцификации ЗИК все чаще определяется на КТ с контрастным усилением, которое стандартно выполняется для оценки размеров корня аорты и сосудистого русла перед ТИАК [11, 20—22]. Этот метод исследования имеет ряд преимуществ: меньшую толщину среза и высокое пространственное разрешение, что обеспечивает более точное топографическое отношение кальцификации к структурам ЗИК. При КТ-сканировании с контрастным усилением для диффе

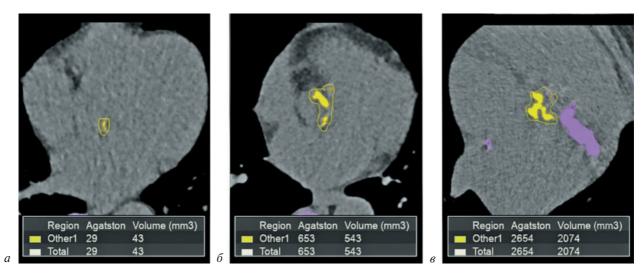


Рис. 1. Три примера измерения кальциевого индекса AK по методу Агатстона (желтым цветом выделен кальций в AK) с оценкой баллов Агатстона и объема кальцификации (a-s) [16, 17]

ренциации плотных кальцификатов от окружающих тканей в ЗИК необходимо использовать оптимальный порог единиц Хаунсфилда (Hounsfield Unit – HU). Существуют два основных подхода для оценки кальцификации ЗИК с разными методиками интерпретации, в каждой из которых используются определенные значения НU, они позволяют избегать неточного определения количества и размера кальцификации, искажающиеся из-за наличия контрастного вещества в этой области [23]. Пороговые значения HU могут быть подобраны индивидуально с учетом показателя плотности контрастированной аорты (ПКАо) [20, 24] в каждом из КТ-исследований или с использованием произвольно выбранных фиксированных значений [11, 12, 21, 25, 26].

В обзоре представлены два основных подхода к оценке степени и распространенности кальцификации ЗИК на основе данных компьютернотомографических исследований с контрастным усилением. Результаты этих двух подходов сравниваются с результатами, полученными при традиционном методе Агатстона, оценивается клиническая значимость каждого из методов для прогнозирования частоты ППР после ТИАК.

### Методы определения кальцификации ЗИК

Стандартизированной оценки кальцификации ЗИК с использованием КТ с контрастным усилением не существует. Описанные в литературе методы предусматривают использование либо фиксированных пороговых значений в диапазоне от 450 до 1250 HU [11, 12, 21, 25, 26], ли-

бо индивидуально подобранных [20, 27—29], а в некоторых работах порог HU выбирается под визуальным контролем [30]. Эта неоднородность методов и отсутствие стандартов оценки кальцификации ЗИК на КТ с контрастированием привели к ограниченному пониманию соответствующих объемов кальцификации, которые можно использовать в клинической практике при планировании ТИАК с целью прогнозирования результатов.

### Метод определения кальцификации ЗИК на KT без контрастного усиления

Метод Агатстона считается «золотым стандартом» для оценки кальцификации и ее клинической значимости. Кальцинат идентифицируется как область с высоким ослаблением излучения (с высоким показателем HU), площадью не менее 1 мм<sup>2</sup>, с плотностью более 130 HU или 3 или более соседних пикселя. Баллы Aгатстона (Agatston Units) вычисляют путем умножения площади области с высоким ослаблением излучения на площадь кальцинированной бляшки [16]. Клиническая значимость оценки кальцификации в ЗИК с помощью метода Агатстона была показана в ряде исследований в аспекте более высокой частоты ППР и необходимости повторных манипуляций при имплантации различных клапанов [14, 15, 31, 32]. Однако в работе L. Guimarães et al., в которой использовали данный метод оценки кальцификации, при имплантации клапанов нового поколения наблюдалась низкая частота значимой ППР независимо от кальциевого индекса. У пашиентов с высокими показателями кальшиевого индекса (выше среднего значения) наблюдалось только умеренное увеличение среднего градиента на клапане. Тяжесть кальцификации АК также не повлияла на показатели смертности и инсульта [33].

В другом исследовании с большим диапазоном порогов сканирования (50, 130, 300 и 450 HU) нативных КТ-исследований самую тесную прогностическую связь развития умеренной/тяжелой ППР с объемом кальцификации ЗИК имел порог 450 HU (AUC = 0,84; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,73-0,94; P<0,001) [21]. Следует отметить, что пороги сканирования 130 и 300 HU имели схожую прогностическую ценность (AUC = 0,79; P<0,001).

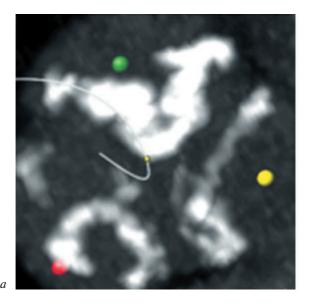
### Методы определения кальцификации зоны имплантации клапана на KT с контрастным усилением

Методы с фиксированными параметрами сканирования. При анализе различных фиксированных порогов (450, 650, 850, 1050 и 1250 HU) сканирования КТ-исследований с контрастным усилением H. Jilaihawi et al. [21] выявили, что порог 450 HU имеет самую низкую статистическую связь развития ППР с объемом кальцификации на АК (AUC 0,54, 95% ДИ 0,44-0,65, P=0,043). Следует отметить, что это пороговое значение для оценки кальцификации по умолчанию применяется в широко используемом программном обеспечении 3-mensio (www.3mensio.com). В свою очередь, в этой ра-

боте порог 850 HU имел самую высокую прогностическую значимость (AUC = 0,72, ДИ 0,62-0,82, P < 0,001).

В работе M. Seiffert et al. [12] количественное определение кальцификации было выполнено ретроспективно с использованием эмпирического порога 500 НО [11, 34], который позволил адекватно отличить кальцификаты ЗИК от контрастного вещества (рис. 2). Согласно выводам авторов, объемы кальцификации в АК и ВОЛЖ были связаны с остаточной ППР (рис. 3): отсутствие регургитации при объеме 604 мм<sup>3</sup>, минимальная  $\Pi\Pi P - 639 \text{ мм}^3$ , легкая  $-710 \text{ мм}^3$ , умеренная и более выраженная ППР – 1041 мм<sup>3</sup> (P = 0,001). В зависимости от типа транскатетерного протеза АК наблюдались заметные различия в частоте ППР, а более высокий объем кальцификации был связан с необходимостью постдилатации (p = 0.001) [12].

В исследовании N. Bettinger et al. показатель объема кальцификации ЗИК был измерен с использованием двух фиксированных пороговых значений 650 и 850 HU (рис. 4, варианты I и II). Однако ROC-анализ показал низкие значения статистической значимости для этих фиксированных пороговых значений (650 или 850 HU) [29]. В другой работе кальцификация АК и ВОЛЖ оценивалась с использованием трех порогов: 650, 850 и 1050 HU [26]. Статистически значимая связь с развитием легкой ППР наблюдалась при использовании порога 850 HU (Р<0,001). С этим порогом KT-сканирования



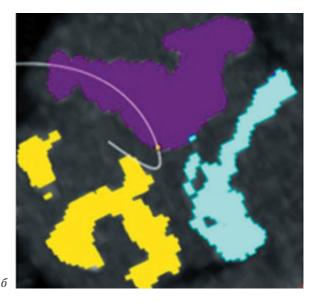


Рис. 2. Пример определения и измерения кальцификации AK с порогом 500 HU на KT с контрастным усилением:

a — оценка распределения кальцификации по створкам;  $\delta$  — количественная оценка кальцификации отдельно для каждой створки АК (выделены разными цветами) [12]

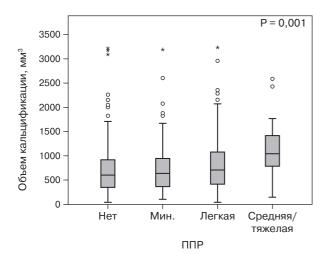


Рис. 3. Межквартильный размах объема кальцификации в ЗИК и его связь с разными степенями ППР после ТИАК [12]

объем кальцификации ЗИК, имеющий наивысшие показатели чувствительности и специфичности развития ППР, составил 157 мм $^3$  для АК и 0,6 мм $^3$  для ВОЛЖ. В множественном логистическом регрессионном анализе объемы кальцификации 157 мм $^3$  (P<0,001) и 267 мм $^3$  (P=0,03) на АК были независимыми предикторами ППР и необходимости дополнительной дилатации протеза соответственно.

Методы с индивидуальными параметрами сканирования. Для определения степени и распространенности кальцификации ЗИК в работе W.-К. Кіт et al. сравнивались различные варианты КТ-сканирования с индивидуально подобранными показателями НU (рис. 5) [27]. В качестве индивидуального показателя для измерения объема кальцификации использовали значения ПКАо в восходящем отделе аорты. Сканирование кальцификации ЗИК проводили

со значениями НU, которые вычисляли следующим образом: в первом варианте к среднему значению ПКАо прибавляли два стандартных отклонения средней плотности контрастированной аорты (ПКАо + 2SD), во-втором четыре стандартных отклонения ( $\Pi KAo + 4SD$ ), а также проводили индивидуальные настройки порога сканирования в соответствии с визуальной оценкой кальцификации наблюдателем (HU-V). Для HU-V порог изменялся с шагом вначале 50 HU, а затем 20 HU, до тех пор, пока ложноотрицательное обнаружение контрастного вещества не перестанет быть замеченным и границы отложений кальцификатов не будут идентифицированы должным образом. Для порога сканирования ПКАо + 4SD применяли дополнительный объемный фильтр с порогом 5 мм<sup>3</sup>  $(\Pi KAo + 4SD+)$  [20]. Кроме того, путем ручной настройки определили «идеальный» порог HU, который потребуется для соответствия методу Агатстона в качестве эталона. Среди всех представленных измерений в целом наибольшее приближение к эталонному методу было получено с использованием режима ПКАо + 4SD+ со средним порогом 669 HU [IQR 560-817]. Этот протокол сканирования был наименее подвержен ложноположительному обнаружению контрастного вещества и влиянию степени ПКАо. Кроме того, такой вариант индивидуального метода оценки (ПКАо + 4SD+) степени кальцификации ЗИК позволил прогнозировать ППР легкой степени и более и необходимость постдилатации у пациентов, которым имплантированы саморасширяющиеся протезы. Отметим, что результаты лечения с использованием баллон-расширяемых протезов не зависели от степени кальцификации ЗИК.

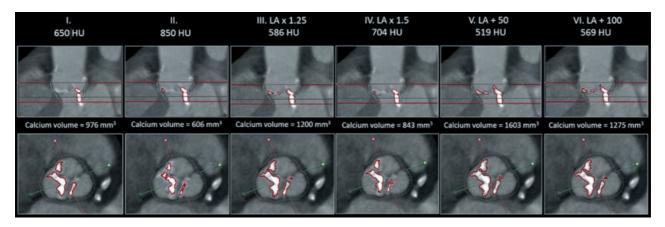


Рис. 4. Результаты шести протоколов оценки кальцификации ЗИК на КТ с контрастированием. Два протокола с фиксированными значениями HU (I, II), остальные протоколы с индивидуально подобранными значениями HU (III, IV, V, VI) с использованием ПКАо (LA – luminal attenuation) на уровне ВОЛЖ и АК [29]

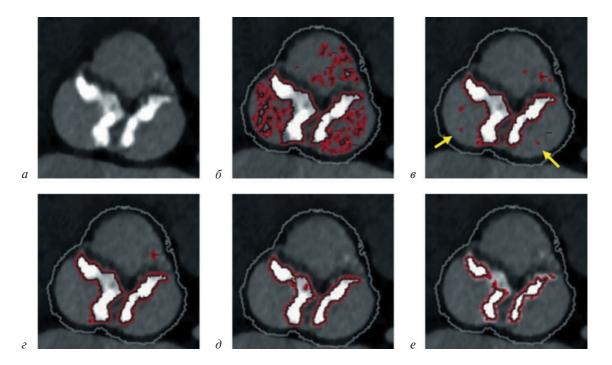


Рис. 5. Измерения кальцификации ЗИК на уровне поперечного среза АК: аортальный клапан на КТ с контрастированием: кальцификация в некоронарной и левой коронарной створках (a), примеры измерения объема кальцификации (отложения кальцификатов отмечены красным цветом) в ЗИК с использованием различных пороговых значений в одних протоколах приводит к завышению оценки ( $6-450~{\rm HU}$ ;  $e-\Pi{\rm KA}+4{\rm SD}$ ), в других — к ее занижению ( $e-1050~{\rm HU}$ ). Правильная сегментация кальцифицированных областей была достигнута с помощью дополнительного объемного фильтра ( $e-\Pi{\rm KA}+4{\rm SD}$ ) и путем визуальной настройки порога  ${\rm HU}$  ( $e-\Pi{\rm U-V}$ ) [27]

Путем анализа данных 110 пациентов, которым проводились сканирование по методу Агатстона и КТ с контрастным усилением, D. Jochheim et al. для определения объема кальцификации ЗИК использовали не только значение ПКАо, но и индивидуальный калибровочный коэффициент [28]. Для количественного определения кальцификации на КТ с контрастным усилением был идентифицирован индивидуальный порог НU (иНU), который рассчитывался следующим образом: 2 × ПКАо. Такой подход позволил правильно определять кальцификацию без ошибочной интерпретации контрастного вещества для каждого пациента в соответствии с ПКАо. Индивидуальный калибровочный коэффициент (ИКФ), полученный путем анализа результатов оценки кальцификации на КТ с контрастным усилением и по методу Агатстона, рассчитывался по формуле:  $UK\Phi = 1/(\mu HU \times (-0.0003)) + 0.4065$ . Применяя такую формулу, окончательные показатели объема кальцификации высчитывали умножением полученных значений объема кальцификации на ИКФ. Клинически значимое пороговое значение объема кальцификации составило 609 мм<sup>3</sup>. Применяя этот новый стандартизованный ме-

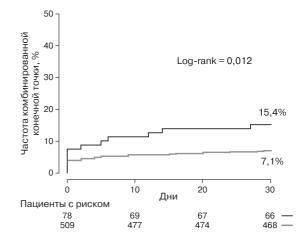


Рис. 6. Частота комбинированной клинической конечной точки (смерть от всех причин, любое цереброваскулярное событие, дислокация протеза, разрыва фиброзного кольца или более чем легкая ППР через 30 сут) в зависимости от тяжести кальцификации ВОЛЖ. Черная линия — пациенты с умеренной или тяжелой кальцификацией ВОЛЖ, серая — пациенты без кальцификации ВОЛЖ или с минимальным ее значением [18, 28]

тод количественного определения кальцификации ЗИК, авторы смогли подтвердить, что степень кальцификации ВОЛЖ является важным фактором риска развития неблагоприятных со-

бытий в течение 30 сут, а также краткосрочной и среднесрочной смертности у пациентов, перенесших ТИАК с использованием баллон-расширяемых клапанов (рис. 6) [18, 28].

Авторы одной из работ для определения индивидуального порога сканирования объема кальцификации использовали показатели плотности контрастирования (ПК) на уровне плоскости фиброзного кольца (ФК) АК/ВОЛЖ [29]. Показатель объема кальцификации для ЗИК измеряли с использованием четырех индивидуальных пороговых значений:  $\Pi K \times 1,25$ ,  $\Pi K \times 1,5$ ,  $\Pi K + 50 \text{ HU}, \Pi K + 100 \text{ HU}$  (см. рис. 4, варианты III, IV, V, VI). ROC-анализ был выполнен для оценки прогностической ценности умеренной и более выраженной ППР. Порог ПК + 100 HU имел самую высокую прогностическую ценность (AUC = 0.81). У протоколов сканирования  $\Pi K \times 1,25$  и  $\Pi K + 50$  различие только приближалось к статистической значимости (Р=0,05 и 0,068 соответственно). В итоге пороги оценки объема кальцификации, которые учитывали ПК на уровне ФК АК, оказались более значимы для прогноза ППР после ТИАК по сравнению с фиксированными порогами.

### Обсуждение

Индивидуальная стратификация риска развития ППР с учетом кальцификации ЗИК попрежнему является одним из краеугольных камней успешной ТИАК [35—37]. Предметом дискуссий для внедрения в широкую клиническую практику единого метода оценки кальцификации в ЗИК на КТ с контрастным усилением остается не только выбор порога НU [27], но и клиническая интерпретация полученных результатов [28]. Следует учитывать и немаловажный фактор отсутствия единой трактовки термина ЗИК (рис. 7).

В то время как некоторые исследователи показывают многообещающие результаты при использовании фиксированных пороговых значений HU, другие поддерживают индивидуальный подход [21, 27, 38]. В нескольких работах было описано, что результаты измерения кальцификации ЗИК с фиксированным порогом 850 HU имеют высокую прогностическую значимость, как и традиционная оценка методом Агатстона для прогнозирования ППР [21, 26]. Но подобные результаты могут быть получены и с использованием индивидуального подхода [38].

В работе W.-К. Kim et al. все результаты измерения кальцификации ЗИК на КТ с конт-

растным усилением, независимо от применяемых подходов, в конечном итоге отличались от измерений, выполненных с помощью метода Агатстона [27]. Следует отметить, что методы оценки кальцификации ЗИК, использованные при КТ с контрастным усилением, отличаются от метода Агатстона не только числовыми значениями, но и клинической интерпретацией полученных результатов [28]. Таким образом, существующая классификация степени кальцификации АК, основанная на методе Агатстона, не может быть применена к измерениям кальцификации АК на основе КТ с контрастным усилением (например, пороговые значения для тяжелого стеноза АК) [39].

Необходимо особо выделить тот факт, что на результаты измерения кальцификации ЗИК на КТ с контрастным усилением с использованием фиксированного порога НU существенно влияет степень ПКАо. Высокие показатели ПКАо приводят к более низким значениям степени кальцификации. Повышение порога НU при более высоком показателе ПКАо может привести к недостаточному обнаружению очень мелких кальцификатов. Визуальное регулирование границ кальцификации также может быть подвержено этому специфическому эффекту, что приводит к недооценке кальцификации при высоких показателях ПКАо [27].

Учитывая, что в большинстве работ, использующих фиксированные пороги для сканирования, наиболее высокая прогностическая ценность достигалась при показателях 850 HU [21, 26], можно предположить, что только самый плотный (и, следовательно, «яркий» на КТ) кальцификат влияет на частоту ППР, а также, что значение HU может быть увеличено для удаления «шума», возникающего при более низких порогах обнаружения. Когда параметры HU четко определены, данные количественного определения кальцификации на КТ с контрастированием и без него сильно коррелируют, хотя и с разными пороговыми показателями клинической значимости [21].

В других работах подчеркивается, что использование фиксированных порогов HU считается нецелесообразным из-за высокой индивидуальной вариабельности ПКАо на КТ с контрастированием, которая может привести к пере- или недооценке объема и распространенности кальцификации в ЗИК [27]. В последнее время растет количество работ, свидетельствующих о целесообразности использования

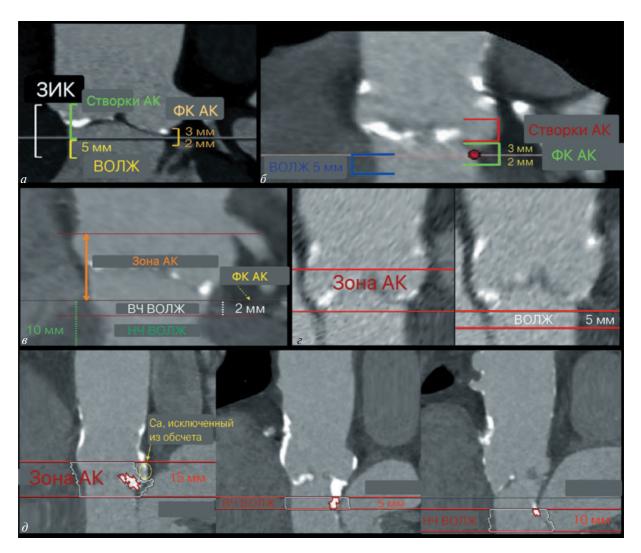


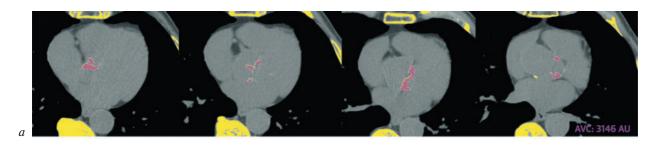
Рис. 7. Зона имплантации клапанов и варианты границ:

a,  $\delta$  — область ЗИК разделяется на 3 зоны: створки АК, ФК АК и ВОЛЖ; a—e — границы створок АК определяются как область поперечного сечения, измеренная от уровня плоскости ФК АК до нижнего края устья ЛКА; область ФК АК определяется на 3 мм выше и на 2 мм ниже уровня плоскости ФК АК; граница ВОЛЖ захватывает 5 мм ниже уровня плоскости ФК АК [36];  $\delta$  — границы створок АК определяются как область поперечного сечения от 3 мм выше уровня плоскости ФК АК до краниальной части створки АК [11]; e—d — область ЗИК разделяется на 2 зоны: область АК, в которую входит ФК АК и створки АК, и ВОЛЖ; e — область ВОЛЖ разделена на верхнюю часть (ВЧ ВОЛЖ: область от уровня плоскости ФК АК до 2 мм ниже в направлении ЛЖ) и нижнюю часть (НЧ ВОЛЖ: область поперечного сечения от 2 мм ниже уровня плоскости ФК АК до 10 мм в направлении ЛЖ), границы области АК начинаются от плоскости ФК АК до нижнего края устья ЛКА [37]; e — область АК определяется от уровня плоскости ФК АК до кончика створок АК, тогда как объем, представляющий интерес в ВОЛЖ, начинается от линии плоскости ФК АК и до 5 мм ниже в направлении ЛЖ [26]; e — область АК начинается от уровня плоскости ФК АК до 15 мм в направлении восходящей аорты, верхняя часть ВОЛЖ — область от уровня плоскости ФК АК до 5 мм ниже в направлении ЛЖ, нижняя часть — область поперечного сечения от 5 мм ниже уровня плоскости ФК АК до 15 мм в направлении ЛЖ, нижняя часть — область поперечного сечения от 5 мм ниже уровня плоскости ФК АК до 15 мм в направлении ЛЖ, нижняя часть — область поперечного сечения от 5 мм ниже уровня плоскости ФК АК до 15 мм в направлении ЛЖ, нижняя часть — область поперечного сечения от 5 мм ниже уровня плоскости ФК АК до 15 мм в направлении ЛЖ [38]

индивидуальных, а не произвольно выбранных пороговых значений HU. Этот подход показал значительную связь между кальцификацией в ВОЛЖ с частотой значимой ППР и летальностью в краткосрочном периоде [38]. М. Kofler et al. разработали Са-шкалу, в которой используются индивидуальные подобранные параметры HU при определении степени и распространенности кальцификации [40]. В этой Са-шкале подробно учитывается количество кальцификаций не только на АК, но и в ВОЛЖ. Предоставляется подробная схема распростра-

нения кальцификации на створках и ФК АК, а также в верхней и нижней частях ВОЛЖ, идентифицируются различные риски ППР в зависимости от пораженной области. Эта шкала в перспективе имеет большое клиническое значение для стратификации рисков развития ППР перед ТИАК.

Следует обратить внимание на то, что индивидуальный подход к расчету порога HU в одном из исследований приводил к значительному завышению степени кальцификации ЗИК [28] по сравнению с другими исследованиями



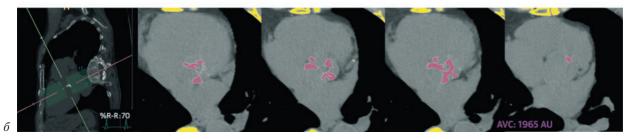


Рис. 8. Многоплоскостные КТ-изображения в «исходной» аксиальной проекции (a) и в проекции «анфас» (б), показывающие кальцификацию АК (розовый цвет). При использовании реконструированной проекции «анфас» показатель кальцификации снижается на 37%, следовательно, стеноз АК классифицируется как не тяжелый. Таким образом, измерение кальцификации аортального клапана «анфас» не следует использовать для оценки тяжести АК [42]

[20, 24]. Возможные объяснения могут заключаться в использовании различных контрастных агентов и различных протоколов получения KT с контрастированием. В то время как изменение тока и напряжения на рентгеновской трубке приводит к аналогичному количественному определению кальцификации с использованием метода Агатстона, различия в толщине срезов, технике ЭКГ-синхронизации и интервале реконструкции могут дать существенно разные результаты. Было показано, что выбор более тонкого среза приводит к более высоким показателям баллов Агатстона, объема и массы кальцификации [41]. Добавим, что даже выбор неправильной проекции, в которой происходят измерения, приводит к более низким показателям кальцификации (рис. 8) [42]. Более того, если пороговые значения НU для обнаружения кальцификации на КТ с контрастированием в разных исследованиях не являются единообразными, прямое сравнение результатов нецелесообразно, и предлагаемые пороговые значения следует использовать с осторожностью.

Для внедрения в широкую клиническую практику того или иного метода оценки кальцификации ЗИК необходимы: формирование единого протокола КТ-сканирования, создание общего определения ЗИК, а также оценка клинической значимости результатов каждого метода в крупных многоцентровых исследованиях и, предположительно, для разных модификаций

клапанов. Учитывая разные характеристики КТ-оборудования и программного обеспечения разных производителей в разных центрах, альтернативой внедрению в широкую клиническую практику единого метода можно считать адаптацию одного из методов для каждого отдельного центра, выполняющего ТИАК.

### Заключение

Связь развития ППР со степенью и распространением кальцификации ЗИК имеет важное клиническое значение ввиду актуальности и остроты проблемы. Использование в клинической практике методов оценки кальцификации ЗИК позволяет стратифицировать пациентов по группам риска развития ППР и, тем самым, прогнозировать исход операции и определять ее оптимальную тактику. Однако, ввиду имеющейся неоднородности полученных результатов между методами и их различной клинической интерпретацией, выбирать тот или иной метод определения кальцификации ЗИК в отдельно взятом центре, не говоря уже о широком применении, следует с осторожностью.

### Литература/References

- Adams D.H., Popma J.J., Reardon M.J., Yakubov S.J., Coselli J.S., Deeb G.M. et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N. Engl. J. Med.* 2014; 370: 1790–8. DOI: 10.1056/NEJMoa1400590
- Siontis G.C., Praz F., Pilgrim T., Mavridis D., Verma S., Salanti G. et al. Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical

- aortic valve replacement for treatment of severe aortic stenosis: a meta-analysis of randomized trials. *Eur. Heart J.* 2016; 37: 3503–12. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw225
- Abdel-Wahab M., Zahn R., Horack M., Gerckens U., Schuler G., Sievert H. et al.; for the German transcatheter aortic valve interventions registry investigators Aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation: incidence and early outcome. Results from the German transcatheter aortic valve interventions registry. *Heart*. 2011; 97: 899–906. DOI: 10.1136/hrt.2010.217158
- Athappan G., Patvardhan E., Tuzcu E.M., Svensson L.G., Lemos P.A., Fraccaro C. et al. Incidence, predictors, and outcomes of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: meta-analysis and systematic review of literature. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61: 1585–95. DOI: 10.1016/j.jacc. 2013.01.047
- Kodali S., Pibarot P., Douglas P.S., Williams M., Xu K., Thourani V. et al. Paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement with the Edwards sapien valve in the PARTNER trial: characterizing patients and impact on outcomes. Eur. Heart J. 2015; 36: 449–56. DOI: 10.1093/ eurhearti/ehu384
- Makkar R.R., Thourani V.H., Mack M.J., Kodali S.K., Kapadia S., Webb J.G. et al. Five-year outcomes of transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382: 799–809. DOI: 10.1056/NEJMoa1910555
- Grover F.L., Vemulapalli S., Carroll J.D., Edwards F.H., Mack M.J., Thourani V.H. et al. 2016 Annual report of the Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology transcatheter valve therapy registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 69: 1215–30. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.11.033
- 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. *N. Engl. J. Med.* 2019; 380: 1695–705. DOI: 10.1056/NEJMoa1814052
- 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. *N. Engl. J. Med.* 2019; 380: 1706–15. DOI: 10.1056/NEJMoa1816885
- Протопопов А.В., Кочкина К.В., Маштакова О.Б., Дружинина С.М., Мызников А.В., Усик Г.А. и др. Расширение показаний к эндоваскулярной имплантации аортального клапана CoreValve в клинической практике. Эндоваскулярная хирургия. 2014; 1 (1): 44—9.
  - Protopopov A.V., Kochkina K.V., Mashtakova O.B., Druzhinina S.M., Myznikov A.V., Usik G.A. et al. Expansion of indications for endovascular implantation of the CoreValve aortic valve in clinical practice. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2014; 1 (1): 44–9 (in Russ.).
- Khalique O.K., Hahn R.T., Gada H., Nazif T.M., Vahl T.P., George I. et al. Quantity and location of aortic valve complex calcification predicts severity and location of paravalvular regurgitation and frequency of post-dilation after balloonexpandable transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7: 885–94. DOI: 10.1016/j.jcin. 2014.03.007
- Seiffert M., Fujita B., Avanesov M., Lunau C., Schon G., Conradi L. et al. Device landing zone calcification and its impact on residual regurgitation after transcatheter aortic valve implantation with different devices. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2016; 17: 576–84. DOI: 10.1093/ehjci/jev174
- Feuchtner G., Plank F., Bartel T., Mueller S., Leipsic J., Schachner T. et al. Prediction of paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve implantation by computed tomography: value of aortic valve and annular calcification. *Ann. Thorac. Surg.* 2013; 96: 1574–80. DOI: 10.1016/j.athoracsur. 2013.06.049

- John D., Buellesfeld L., Yuecel S., Mueller R., Latsios G., Beucher H. et al. Correlation of device landing zone calcification and acute procedural success in patients undergoing transcatheter aortic valve implantations with the self-expanding CoreValve prosthesis. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 233–43. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.11.015
- Leber A.W., Kasel M., Ischinger T., Ebersberger U.H., Antoni D., Schmidt M. et al. Aortic valve calcium score as a predictor for outcome after TAVI using the CoreValve revalving system. *Int. J. Cardiol.* 2013; 166: 652–7. DOI: 10.1016/j.ijcard. 2011.11.091
- Agatston A.S., Janowitz W.R., Hildner F.J., Zusmer N.R., Viamonte M. Jr., Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990; 15: 827–32. DOI: 10.1016/0735-1097(90)90282-t
- Messika-Zeitoun D., Aubry M.-C., Detaint D., Bielak L.F., Peyser P.A., Sheedy P.F. et al. Evaluation and clinical implications of aortic valve calcification measured by electron-beam computed tomography. *Circulation*. 2004; 110: 356–62. DOI: 10.1161/01.CIR.0000135469.82545.D0
- Blanke P., Weir-McCall J.R., Achenbach S., Delgado V., Hausleiter J., Jilaihawi H. et al. Computed tomography imaging in the context of transcatheter aortic valve implantation (TAVI) / transcatheter aortic valve replacement (TAVR): An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. J. Cardiovasc. Comput. Tomogr. 2019; 13 (1): 1–20. DOI: 10.1016/j.jcct.2018.11.008
- Van der Bijl N., Joemai R.M., Geleijns J., Bax J.J., Schuijf J.D., de Roos A. et al. Assessment of Agatston coronary artery calcium score using contrast-enhanced CT coronary angiography. Am. J. Roentgenol. 2010; 195: 1299–305. DOI: 10.2214/ AJR.09.3734
- Haensig M., Lehmkuhl L., Linke A., Kiefer P., Mukherjee C., Schuler G. et al. Aortic valve calcium score for paravalvular aortic insufficiency (AVCS II) study in transapical aortic valve implantation. *Heart Surg. Forum.* 2016; 19: E036–42. DOI: 10.1532/hsf.1399
- Jilaihawi H., Makkar R.R., Kashif M., Okuyama K., Chakravarty T., Shiota T. et al. A revised methodology for aortic-valvar complex calcium quantification for transcatheter aortic valve implantation. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2014; 15: 1324–32. DOI: 10.1093/ehjci/jeu162
- Koh E.Y., Lam K.Y., Bindraban N.R., Cocchieri R., Planken R.N., Koch K.T. et al. Aortic valve calcification as a predictor of location and severity of paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2015; 20: 345–50. DOI: 10.1093/icvts/ivu413
- Muhlenbruch G., Wildberger J.E., Koos R., Das M., Thomas C., Ruhl K. et al. Calcium scoring of aortic valve calcification in aortic valve stenosis with a multislice computed tomography scanner: non-enhanced versus contrast-enhanced studies. *Acta Radiol.* 2005; 46 (6): 561. DOI: 10.1080/02841850510021698
- Alqahtani A.M., Boczar K.E., Kansal V., Chan K., Dwivedi G., Chow B.J. Quantifying aortic valve calcification using coronary computed tomography angiography. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2017; 11: 99–104. DOI: 10.1016/j.jcct.2017.01.007
- Watanabe Y., Chevalier B., Hayashida K., Leong T., Bouvier E., Arai T. et al. Rebuttal: comparison of multislice computed tomography findings between bicuspid and tricuspid aortic valves before and after transcatheter aortic valve implantation. Catheter. Cardiovasc. Interv. 2016; 88: 498–9. DOI: 10.1002/ ccd.26037
- Fonseca P., Figueiredo B., Almeida C., Almeida J., Bettencourt N., Sampaio F. et al. Aortic valve calcium volume predicts paravalvular regurgitation and the need for balloon post-dilatation after transcatheter aortic valve implantation. *J. Interv.* Cardiol. 2016; 29: 117–23. DOI: 10.1111/joic.12267

- Kim W.-K., Renker M., Rolf A., Liebetrau C., Linden A.-V., Arsalan A. et al. Accuracy of device landing zone calcium volume measurement with contrast-enhanced multidetector computed tomography. *Int. J. Cardiol.* 2018; 263: 171–6. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.02.042
- Jochheim D., Deseive S., Bischoff B., Zadrozny M., Hausleiter S., Baquet M. et al. Severe left ventricular outflow tract calcification is associated with poor outcome in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *JACC. Cardiovasc. Imaging.* 2019; 12 (1): 207–8. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.06.008
- Bettinger N., Khalique O.K., Krepp J.M., Hamid N.B., Bae D.J., Pulerwitz T.C. et al. Practical determination of aortic valve calcium volume score on contrast-enhanced computed tomography prior to transcatheter aortic valve replacement and impact on paravalvular regurgitation: Elucidating optimal threshold cutoffs. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2017; 11 (4): 302–8. DOI: 10.1016/j.jcct.2017.04.009
- Watanabe Y., Lefevre T., Bouvier E., Arai T., Hayashida K., Chevalier B. et al. Prognostic value of aortic root calcification volume on clinical outcomes after transcatheter balloonexpandable aortic valve implantation. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2015; 86: 1105–13. DOI: 10.1002/ccd.25986
- Bekeredjian R., Bodingbauer D., Hofmann N.P., Greiner S., Schuetz M., Geis N.A. et al. The extent of aortic annulus calcification is a predictor of postprocedural eccentricity and paravalvular regurgitation: a pre- and postinterventional cardiac computed tomography angiography study. *J. Invasive Cardiol.* 2015; 27: 172–80.
- Haensig M., Lehmkuhl L., Rastan A.J., Kempfert J., Muk-herjee C., Gutberlet M. et al. Aortic valve calcium scoring is a predictor of significant paravalvular aortic insufficiency in transapical-aortic valve implantation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 41: 1234–40 (disc. 40-1). DOI: 10.1093/ejcts/ezr244
- Guimarães L., Ferreira-Neto A.N., Urena M., Nombela-Franco L., Wintzer-Wehekind J., Levesque M.-H. et al. Transcatheter aortic valve replacement with the balloon-expandable SAPIEN 3 valve: Impact of calcium score on valve performance and clinical outcomes. *Int. J. Cardiol.* 2020; 306: 20–4. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.02.047
- 34. Schultz C., Rossi A., Van Mieghem N., Van Der Boon R., Papadopoulou S.L., van Domburg R. et al. Aortic annulus dimensions and leaflet calcification from contrast MSCT predict the need for balloon post-dilatation after TAVI with the

- Medtronic CoreValve prosthesis. *EuroIntervention*. 2011; 7: 564–72. DOI: 10.4244/EIJV715A92
- Baumgartner H., Falk V., Bax J.J., De Bonis M., Hamm C., Holm P.J.; ESC Scientific Document Group et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur. Heart J.* 2017; 38: 2739–91. DOI: 10.1093/ eurheartj/ehx391
- Kim W.-K., Möllmann H., Liebetrau C., Renker M., Rolf A., Simon Ph. et al. The ACURATE neo transcatheter heart valve: A comprehensive analysis of predictors of procedural outcome. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (17): 1721–9. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.04.039
- Hansson N.C., Leipsic J., Pugliese F., Andersen H.R., Rossi A., Simonato M. et al. Aortic valve and left ventricular outflow tract calcium volume and distribution in transcatheter aortic valve replacement: Influence on the risk of significant paravalvular regurgitation. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2018; 12 (4): 290–7. DOI: 10.1016/j.jcct.2018.02.002
- Jochheim D., Deseive S., Gschwendtner S., Bischoff B., Jochheim S., Hausleiter S. et al. Impact of severe left ventricular outflow tract calcification on device failure and short-term mortality in patients undergoing TAVI. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2020; 14: 36–41. DOI: 10.1016/j.jcct.2019.07.004
- Clavel M.A., Messika-Zeitoun D., Pibarot P., Aggarwal S.R., Malouf J., Araoz P.A. et al. The complex nature of discordant severe calcified aortic valve disease grading: new insights from combined Doppler echocardiographic and computed tomographic study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62: 2329–38. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.08.1621
- Kofler M., Meyer A., Schwartz J., Sündermann S., Penkalla A., Solowjowa N. et al. A new calcium score to predict paravalvular leak in transcatheter aortic valve implantation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2021; 59 (4): 894–900. DOI: 10.1093/ejcts/ ezaa424
- Muhlenbruch G., Thomas C., Wildberger J.E., Koos R., Das M., Hohl C. et al. Effect of varying slice thickness on coronary calcium scoring with multislice computed tomography in vitro and in vivo. *Invest. Radiol.* 2005; 40: 695–9. DOI: 10.1097/01.rli. 0000179523.07907.a6
- Pawade T., Sheth T., Guzzetti E., Dwerck M.R., Clavel M.-A. Why and how to measure aortic valve calcification in patients with aortic stenosis. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2019; 12 (9): 1835–48. DOI: 10.1016/j.jcmg.2019.01.045

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.12-008.313.2-089

# Эндоваскулярное лечение эмболических осложнений фибрилляции предсердий: обзор литературы, клинические примеры

 $C.\mathcal{A}.$  Климовский $^1$ , Г.Г. Газарян $^{2\boxtimes}$ , Т.Ш. Мирилашвили $^1$ , М. $\mathcal{A}$ . Кричман $^1$ 

- <sup>1</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация
- <sup>2</sup> ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

**Климовский Семён Диомидович,** канд. мед. наук, заведующий кабинетом рентгенхирургических методов диагностики и лечения

**Газарян Георгий Георгиевич,** канд. мед. наук, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-8431-7333, e-mail: gerdji@inbox.ru

**Мирилашвили Темури Шотаевич,** канд. мед. наук, заместитель главного врача по медицинской части **Кричман Михаил Давыдович,** врач

### Резюме

Наиболее грозным осложнением фибрилляции предсердий (ФП) является системная артериальная эмболия. Высокая частота заболеваемости ФП, а также сохраняющийся риск эмболических осложнений даже на фоне антикоагулянтной терапии обусловливает актуальность данной проблемы и необходимость разработки комплексного подхода в ее решении. В целом, системные эмболии внецеребральной локализации встречаются реже, чем церебральной, однако они могут вызывать сопоставимые по тяжести ишемические осложнения с существенными различиями в клиническом течении в зависимости от локализации. В лечении внецеребральных кардиоэмболических осложнений в последнее время достигнут очевидный прогресс, обусловленный преимущественно развитием эндоваскулярных методов. Однако несовершенство диагностики и отсутствие четких алгоритмов применения методов порой обусловливают критические задержки в оказании помощи этой категории больных, что существенным образом влияет на прогноз заболевания.

**Ключевые слова:** фибрилляция предсердий, системная эмболия, коронарная эмболия, кардиоцеребральный инфаркт, цереброкардиальный синдром, реперфузионная терапия, эндоваскулярная тромбаспирация

**Для цитирования:** Климовский С.Д., Газарян Г.Г., Мирилашвили Т.Ш., Кричман М.Д. Эндоваскулярное лечение эмболических осложнений фибрилляции предсердий: обзор литературы, клинические примеры. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 228–37. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-228-237

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

Поступила 20.07.2022 Принята к печати 03.08.2022

# Endovascular treatment of embolic complications of atrial fibrillation: literature review, clinical examples

S.D. Klimovskiy<sup>1</sup>, G.G. Gazaryan<sup>2∞</sup>, T.Sh. Mirilashvili<sup>1</sup>, M.D. Krichman<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Municipal Clinical Hospital named after A.K. Eramishantsev, Moscow, Russian Federation
- <sup>2</sup> N.V. Sklifosovskiy Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russian Federation

Semen D. Klimovskiy, Cand. Med. Sci., Head of Department

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

**Temuri Sh. Mirilashvili,** Cand. Med. Sci., Deputy Chief Physician for Medical Part **Mikhail D. Krichman,** Physician

### Abstract

The most threatened complication of atrial fibrillation (AF) is systemic arterial embolism. The high incidence of AF, as well as the continuing risk of embolic complications even in spite of anticoagulant therapy, determines the relevance of this problem and the need to develop an integrated approach to its solution. In general, systemic extracerebral embolisms are less common than cerebral ones, however, they cause ischemic complications comparable in severity with significant differences in the clinical course depending on localization. In the treatment of extracerebral cardioembolic complications, obvious progress has recently been made, mainly due to the development of endovascular methods.

However, the lack of clear algorithms for the application of methods sometimes cause critical delays in providing care to this category of patients, which significantly affects the prognosis of the disease.

**Keywords:** atrial fibrillation, systemic embolism, coronary embolism, cardiocerebral infarction, cerebrocardial syndrome, reperfusion therapy, endovascular thrombaspiration

For citation: Klimovskiy S.D., Gazaryan G.G., Mirilashvili T.Sh., Krichman M.D. Endovascular treatment of embolic complications of atrial fibrillation: literature review, clinical examples. Russian Journal of Endovascular Surgery. 2022; 9 (3): 228–37 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-228-237

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

Received July 20, 2022 Accepted August 3, 2022

### Введение

Фибрилляция предсердий ( $\Phi\Pi$ ) — это наджелудочковая тахиаритмия с дискоординированной электрической активностью предсердий и, как следствие, неэффективным их сокращением. ФП является наиболее распространенной аритмией в мире и ассоциируется с высокой заболеваемостью, инвалидизацией и смертностью. Частота ФП среди взрослого населения составляет 2-4%, среди людей старше 80 лет -10% с ожидаемым ростом заболеваемости в общей популяции примерно в 2-3 раза за счет увеличения продолжительности жизни, а также за счет повышения качества и охвата диагностики ФП [1, 2]. Риск развития ФП среди людей старше 40 лет составляет 25%, при отсутствии сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний – 16% [3]. Основными факторами прироста заболеваемости помимо возраста являются хронические заболевания, такие как сахарный диабет (СД), артериальная гипертензия (АГ), сердечная недостаточность и др. Частота госпитальной ФП высока среди пациентов в критическом состоянии; при сепсисе и остром респираторном дистресс-синдроме рецидивы ФП развиваются в 23-33% случаев, впервые возникшая  $\Phi\Pi$  – в 10%; на фоне острой инфекции SARS-CoV-2, усугубляющей тромбогенные условия, рецидивы отмечаются в 19-21% наблюдений, впервые возникшая  $\Phi\Pi$  – в 3,6–6,7% [4].

### Обзор литературы

В лечении ФП центральное положение занимают два направления: действия, направленные на восстановление или нормализацию сердечного ритма, и профилактика осложнений, в первую очередь эмболического характера, включающая назначение антикоагулянтной терапии либо хирургические методы исключения ушка левого предсердия (ЛП) из кровотока. В определении показаний к антикоагулянтной тера-

пии руководствуются оценкой риска ишемических осложнений по шкале CHA2DS2-VASc и риска кровотечений по шкале HAS-BLED [5]. ФП пятикратно увеличивает риск ишемического инсульта (ИИ) и является причиной по меньшей мере 20-30% всех ИИ и 10% скрытых (криптогенных) инсультов, однако в значительной степени это зависит и от наличия сопутствующих факторов риска эмболических осложнений, многие из которых являются факторами риска возникновения ФП и обобщены в шкале риска CHA2DS2-VASc [6]. По данным клинического исследования RE-LY при ФП среди причин летального исхода ИИ составляет 7%, внезапная сердечная смерть -22%, прогрессирующая сердечная недостаточность – 15%, смерть, не связанная с сердечно-сосудистыми причинами, -36% [7]. Заболеваемость инсультом в России - одна из наиболее высоких в мире с частотой 5 случаев на 1000 человек в год. Доля ИИ составляет до 87% с летальностью на уровне 1,3-1,8 на 1000 человек в год, и в 1,5 раза выше при повторном событии [8]. Назначение антикоагулянтов существенно снижает частоту развития ИИ и системных эмболий (СЭ), а также ассоциированную с ними летальность, однако, по данным M. Shpak et al., частота эмболических осложнений при ФП на фоне приема новых оральных антикоагулянтов (НОАК) и антагонистов витамина К (АВК) составляет 5,6 и 4,4%, частота ИИ -6.0 и 4.6% соответственно [9]. По данным A. Schäfer et al., частота СЭ у людей старше 75 лет с ФП на фоне приема АВК и НОАК варьировалась в пределах 2,9 и 2,3% соответственно [10]. Согласно результатам исследования G. Lip et al., разработавших шкалу CHA2DS2-VASc, при отсутствии антикоагулянтной терапии риск ИИ при ФП может достигать 15% и более [5]. В работе W. Zhu et al. было показано, что у пациентов с постоянной формой ФП увеличение количества баллов по шкале CHADS2 соответствовало повышению

частоты тромбоэмболических событий даже на фоне антикоагулянтной терапии [11].

Более высокий риск тромбоэмболий (ТЭ) имеет место в течение первого года с момента манифестации ФП, а также среди пациентов с запущенными формами заболевания. Кроме того, риск ТЭ выше среди больных с сопутствующим периферическим атеросклерозом, острым инфарктом миокарда (ОИМ), ИИ и СД в анамнезе. У женщин риск ТЭ ассоциируется с АГ и сердечной недостаточностью [12]. Влияние периферического атеросклероза на частоту симптомной ТЭ у мужчин и женщин обусловлено несколькими патофизиологическими механизмами. Во-первых, достижение эмболом дистально расположенной атеросклеротической бляшки может приводить к полной обструкции просвета даже крупного сосуда; во-вторых источником эмболии при ФП может быть как предсердие, так и изъязвленная бляшка проксимальнее места окклюзии в пораженном бассейне; в-третьих, ФП активирует системные процессы коагуляции, что способствует локальному формированию тромба в случае изъязвления бляшки [13]. Ранее сообщалось, что почти 80% острых окклюзий периферических артерий являются эмболическими [14]. В исследовании на основании шведского сосудистого регистра 2018 г. соотношение эмболических и тромботических окклюзий артерий нижних конечностей составило 44 и 53% соответственно [15]. Острая ишемия нижних конечностей вследствие эмболии в 2/3 случаев обусловлена ФП [16]. Кроме того, в ходе хирургического вмешательства или патологоанатомического исследования зачастую бывает сложно, подчас невозможно дифференцировать тромбообразование от эмболии, тем более отличить острую ишемию конечностей от острой на фоне хронической формы. В исследовании W. Abbott et al. за 40 лет наблюдения до 74% эпизодов внецеребральной СЭ были ассоциированы с ФП [17].

В метаанализе, основанном на крупных рандомизированных исследованиях (ACTIVE-A, ACTIVE-W, ASA, AVERROES и RE-LY), поражение различных бассейнов (эмболия) составило: 58% случаев — артерии нижних конечностей, 10% — верхних конечностей, 22% — брыжеечные артерии, 6% — почечные, 3% — артерии селезенки и 1% — другие локализации [18]. Частота СЭ без учета ИИ и эмболий в коронарные артерии (КА) также изучалась в исследовании L. Frost et al., где среди 29 862 пациентов она со-

ставила 2,07%. Риск СЭ был достоверно выше среди женщин. Чаще выявлялась эмболия артерий верхних и нижних конечностей -61%, реже поражение мезентериальных артерий -29%, тазовых -9%, почечных артерий -2% и аорты -7% [12]. Сопоставимые данные получены M. Shi et al.: артерии нижних конечностей -58%, верхних конечностей — 10%, висцеро-мезентериальные артерии — 31%. Частота СЭ была в 8 раз ниже, чем частота эмболий в церебральные артерии. Было установлено, что ФП повышает риск развития СЭ в 3 раза по сравнению с общей популяцией [19]. Пациенты с СЭ по сравнению с больными ИИ имеют ряд особенностей: чаще встречаются пациенты женского пола, курильщики, чаще отмечаются признаки предшествующего атеросклероза с поражением периферических артерий. Различия между полами объясняются тем, что у женщин диаметр артериального русла в среднем меньше, чем у мужчин; курение повышает в плазме уровень фибриногена и XIII фактора, приводящих к стабилизации фибрина и формированию более крупного артериального эмбола. Кроме того, риск эмболических событий среди женщин можно объяснить большей продолжительностью жизни (возраст является наиболее значимым независимым фактором риска ИИ), а также гормональными механизмами, которые в значительной степени различаются между полами. Более высокая частота церебральной эмболии по сравнению с внецеребральной связана с недостаточной выявляемостью, особенно при мелких, дистальных поражениях. Многие экстракраниальные события остаются «тихими», клинически не распознанными. Так, мезентериальная ишемия может компенсироваться за счет избыточной циркуляции в кишечнике, небольшие инфаркты печени или селезенки имеют относительно незначительные клинические последствия, эмболия почечной артерии может сопровождаться бессимптомным снижением функции, проявляясь с течением времени. Кроме того, острая ишемия конечностей вследствие эмболии может быть ложно интерпретирована как хронический процесс и поздно выявлена или вовсе не диагностирована. Заболеваемость и смертность при СЭ варьируются в зависимости от анатомической локализации эмбола. Накоплен большой объем данных, посвященных изучению кардиоэмболии и ассоциированных с ней ишемических событий. Тем не менее в клинической практике эти события встречаются разрозненно в силу специфики проявлений в зависимости от области поражения. Обобщение имеющихся данных будет способствовать унификации алгоритмов ведения пациентов. Состояния, провоцируемые эмболией и объединяемые таким образом одной патологией, требуют систематизации. Развитие методов визуализации и эндоваскулярных подходов обусловило ранее недоступный уровень диагностики и лечения, а соответственно, и лучшие клинические результаты при условии эффективного их применения.

По данным Т. Shibata et al. от 2015 г., частота ОИМ, обусловленного эмболией коронарных артерий (КА), составляет 2,9%, при этом ФП является наиболее частой ее причиной – 73% наблюдений. Частота ИМ с подъемом сегмента ST среди больных с эмболией KA составила 65%. Летальность в течение 30 сут при кардиоэмболическом (КЭ) ОИМ была сопоставима с таковой при атеротромботическом (АТ) ОИМ [20]. Поражение левой коронарной артерии (ЛКА) отмечалось в 75% случаев, ствола ЛКА – в 2%, передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) – в 35%, огибающей ветви (ОВ) – в 35%, правой коронарной артерии (ПКА) – в 33%, многососудистая эмболия имела место в 15% случаев. Сочетанное поражение экстракардиальных артерий наблюдалось в 23% наблюдений с вовлечением церебральных, почечных, селезеночной и периферических артерий. Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) было представлено первичной тромбаспирацией в 97% случаев, ангиографический успех в виде финального кровотока TIMI 3 был достигнут в 66% случаев. Причины безуспешного вмешательства включали невозможность проведения в дистальный просвет аспирационного устройства ввиду малого диаметра артерии и остаточную дистальную эмболию после ЧКВ. Консервативному лечению отдавали предпочтение при наличии дистальной окклюзии или при поражении артерий малого диаметра [20]. Дистальная эмболия КА, обусловленная эмболами небольшого диаметра, чаще всего проявляется мелкоочаговым инфарктом миокарда и реже сопровождается развитием серьезных осложнений, в том числе фатальных аритмий. В более ранних исследованиях среди частых причин КЭ ОИМ указывались бактериальный эндокардит, ревматические пороки сердца, дилатационная кардиомиопатия, миксома и др. Снижение распространенности ревматических пороков сердца и бактериального эндокардита в течение трех десятилетий, обусловленное совершенствованием медикаментозных и хирургических подходов, более широкая доступность протезирования клапанов сердца, возросшая заболеваемость  $\Phi\Pi$  – все это, по всей видимости, повлияло на частоту основных причин КЭ. В обзоре M. Lacey et al. от 2019 г. был представлен анализ 147 наблюдений ОКС по причине КЭ, наиболее частыми причинами являлись:  $\Phi\Pi - 17\%$  случаев, инфекционный эндокардит -22%, протезированный клапан сердца – 16%, остальными причинами послужили парадоксальная эмболия в КА, миксома предсердий, тромб из левого желудочка и др. Диагноз эмболического генеза уточнялся при помощи ангиографии, стратегии лечения включали тромболитическую терапию, тромбаспирацию, баллонную ангиопластику и стентирование. Частота поражения ПМЖВ составила 45%, ПКА и ОВ – по 15%, ствола ЛКА, диагональной ветви и задней межжелудочковой ветви (ЗМЖВ) – по 5%, заднебоковой ветви — 2%. Уровень госпитальной летальности составил 13% [21]. Некоторые авторы указывают на эмболию в качестве частой причины инфаркта миокарда без обструктивного поражения коронарных артерий (MINOCA) [22].

Эффективность устройств для механической тромбэкстракции изучалась в ряде крупных исследований и, несмотря на позитивные результаты первого крупного из них – TAPAS, в ходе которого было достигнуто значительное повышение выживаемости в условиях применения ЧКВ с тромбаспирацией по сравнению с изолированным ЧКВ, результаты исследований TASTE и TOTAL не показали преимуществ в выживаемости и частоте неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [23, 24]. Следовательно, отсутствует необходимость в рутинном использовании этого метода, однако в условиях КЭ ОИМ его применение имеет решающее значение, кроме того, современные устройства для тромбаспирации позволяют эвакуировать достаточно крупные эмболы, доступные для гистологического исследования, что может предоставить дополнительную информацию в диагностике и лечении КЭ ОИМ. Имеются сообщения об успешном выполнении тромбэктомии при помощи стент-ретриверов по поводу эмболии, не связанной с ФП, что представляется перспективной методикой, поскольку, по данным литературы, частота осложнений при ее применении в условиях ИИ составляет 2,5%, а успех процедуры -79%, однако методика требует от оператора высокого уровня технических навыков, также нельзя исключать и экономическую составляющую [25, 26].

T. Shibata et al. был выработан алгоритм клинической диагностики КЭ ОИМ на основании выявления основных и второстепенных критериев. К основным критериям отнесены: 1) ангиографические признаки эмболии и тромбоз КА без признаков атеросклероза; 2) одномоментная эмболия нескольких КА; 3) сопутствующая системная эмболия с учетом отсутствия тромба в левом желудочке, связанного с ОИМ. Второстепенными критериями признаны: 1) стенозы до 25% в нецелевых КА; 2) наличие источника эмболии по данным дополнительных методов обследования; 3) заболевание, угрожающее эмболией (ФП, ревматические пороки клапанов, состояние гиперкоагуляции, открытое овальное окно и др.). Было предложено устанавливать диагноз КЭ ОИМ на основании наличия: двух и более основных критериев, одного основного в сочетании с двумя и более второстепенными или трех второстепенных критериев. КЭ расценивалась как сомнительная при наличии: стеноза 25% и более в нецелевой КА, признаков атеротромбоза, эктатических изменений коронарных артерий, признаков эрозии бляшки или КА по данным внутрисосудистого ультразвукового исследования или оптической когерентной томографии проксимальнее или на уровне поражения, коронарной реваскуляризации в анамнезе, стенокардии с доказанной ишемией или немой ишемии миокарда, установленной по данным стресс-сцинтиграфии миокарда или аортокоронарного шунтирования в анамнезе [20]. Дифференциальный диагноз КЭ и АТ ОИМ позволяет своевременно начать терапию оральными антикоагулянтами, а также предотвратить нецелевое стентирование и назначение двойной/ тройной антиагрегантной терапии. Важно, что при отсутствии аспирации эмбола подтверждение диагноза может представлять затруднения. В исследовании L. Huang et al. частота выявляемости КЭ ОИМ выросла более чем в 2 раза (с 1,2 до 2,8%) с внедрением в практику рутинной тромбаспирации [27].

Одномоментное развитие инфаркта мозга и миокарда ЛЖ определено как кардиоцеребральный инфаркт (КЦИ). Выделяют два варианта его развития: единовременный (синхронный) или последовательный (метахронный).

Бо́льшая часть публикаций посвящена метахронному КЦИ с частотой от 0,9 до 12,7% и временным интервалом между двумя событиями, не превышающим 72 ч, синхронный вариант КЦИ — крайне редкая патология с частотой 0,009–0,52% [28–31].

В лечении предпочтение отдается эндоваскулярным методам, однако четкий алгоритм в отношении того, какой бассейн необходимо восстанавливать в первую очередь – церебральный или коронарный, – отсутствует. Приоритет в одном направлении неминуемо приводит к задержке в другом. Вопрос этот стал актуальным только в настоящее время вследствие широкого применения механической тромбаспирации в качестве основного компонента лечения при остром ИИ. Имеются описания клинических наблюдений успешного сочетанного применения ЧКВ и церебральной тромбаспирации в обеих последовательностях, и представляется справедливым подход с приоритетным выполнением церебральной тромбаспирации при условии отсутствия нестабильной гемодинамики, проявлений острой сердечной недостаточности, кардиогенного шока или других осложнений инфаркта миокарда, требующих первичной коронарной реваскуляризации [28, 29]. В одноцентровом исследовании L. Castillo среди 29 пациентов с КЦИ у 20 (69%) выявлен метахронный вариант, у 9 (31%) – синхронный. Церебральная тромбаспирация в клинике не проводилась, методами лечения являлись тромболизис и ЧКВ, при этом одномоментно они не выполнялись. У 41% пациентов развился кардиогенный шок, госпитальная летальность составила 45% [33].

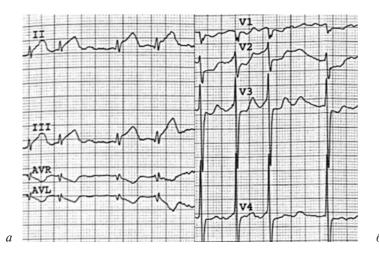
Нейрогенные повреждения миокарда ЛЖ, представленные цереброкардиальным синдромом (ЦКС), характеризуются наличием определенных изменений на ЭКГ, сопутствующих поражению головного мозга, и наиболее часто проявляются изменением конечной части желудочкового комплекса, в частности, выраженным увеличением продолжительности и амплитуды зубца Т, его расширением, инверсией, увеличением зубца U, слиянием зубцов T и U (\*T + U\*). Может иметь место удлинение интервала QT и QTU, подъем или депрессия сегмента ST. ЦКС может напоминать изменения ЭКГ при синдроме Велленса, однако зубцы Т несимметричные, высокоамплитудные и широкие [34]. Центральное место в определении ИМ занимает повышение уровня биомаркеров повреждения миокарда (тропонина Т и I), которое

чаще всего является следствием острого повреждения миокарда, хотя может возникать и при других состояниях. К причинам повышения уровня тропонина, не связанным с ИМ или сердечной недостаточностью, относятся острые сердечно-сосудистые заболевания, включая острое расслоение аорты, желудочно-кишечные кровотечения, а также острые цереброваскулярные нарушения, в том числе ИИ, внутричерепное и субарахноидальное кровоизлияние и др. При сочетанном развитии острого ИИ и ОИМ очень важно проводить своевременную дифференциальную диагностику, поскольку ЭКГ-изменения могут вызывать настороженность, равно как и повышение уровня маркеров повреждения миокарда. Нарушения сократительной функции по данным ЭхоКГ не всегда свидетельствуют об остроте процесса, а в ходе коронарографии может выявляться атеросклеротическое поражение КА с значимыми и критическими стенозами. При наличии признаков тромбоза/эмболии, если можно предполагать одномоментную эмболию в церебральные и коронарные артерии, использование тромбаспирации без последующей баллонной ангиопластики/стентирования позволяет избежать нецелесообразного назначения антиагрегантной терапии, повышающей риск гемморагических осложнений. В остальных случаях при отсутствии нарушений гемодинамики первоочередной задачей следует считать восстановление церебрального кровотока, при планировании коронарных вмешательств важно исходить из взвешенной оценки рисков и пользы, поскольку тактика отсроченного ЧКВ в данной ситуации чаще всего может быть наиболее оправданной. Таким образом, в условиях сочетанной эмболии особое значение приобретает тесное сотрудничество между неврологами, кардиологами и эндоваскулярными специалистами.

### Клинические примеры

В отделении рентгенхирургических методов ГКБ им. А.К. Ерамишанцева в период с 29.12.2021 г. по 14.01.2022 г. было выполнено 3 вмешательства по поводу ИМ с подъемом сегмента ST эмболического генеза, представленных изолированной механической тромбаспирацией, во всех случаях причиной послужила ФП.

Пациентка П., 80 лет, была доставлена бригадой скорой медицинской помощи (СМП) в ГКБ им. А.К. Ерамишанцева с жалобами на давящие боли за грудиной и в области эпигастрии, с иррадиацией в нижнюю челюсть, продолжительностью около 2 ч. В анамнезе перенесенный ИМ неуточненной локализации от 1992 г., АГ, СД 2 типа, постоянная форма ФП, принимает ривароксабан, эналаприл, амлодипин, метформин. Не курит, индекс массы тела -24 кг/м<sup>2</sup>. По данным ЭКГ:  $\Phi\Pi$ , ЧСС 84-112 уд/мин, элевация сегмента ST во II, III, aVF отведениях, реципрокная депрессия в I, aVL, V1-V4 отведениях (рис. 1, a). Пациентка экстренно транспортирована в рентгенооперационную, при коронарографии выявлена острая окклюзия ЗМЖВ ПКА с симптомом «отрицательного мениска» (рис. 2, a), без признаков атеросклероза в других бассейнах. Выполнена механическая тромбаспирация при помощи устройства The Export Advance™, в ходе одной тракции получен эмбол, достигнут хороший ангиографический результат в виде кровотока



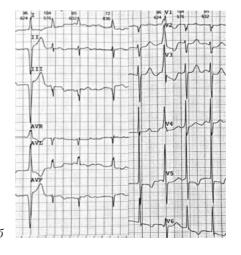


Рис. 1. Электрокардиограммы пациентки П., 80 лет:

a — до вмешательства;  $\delta$  — после вмешательства



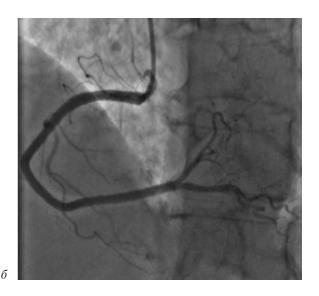


Рис. 2. Коронароангиография ПКА пациентки П., 80 лет: a — до тромбаспирации (окклюзия ЗМЖВ);  $\delta$  — после тромбаспирации (кровоток в ЗМЖВ восстановлен)

ТІМІ 3 без признаков диссекции или экстравазации, от имплантации стента было решено воздержаться (рис. 2, б). На ЭКГ после вмешательства: регресс элевации сегмента ST к изолинии, формирование (-)Т-зубца во II, III, aVF отведениях, патологический Q-зубец в III, aVF отведениях (см. рис. 1, б). По данным ЭхоКГ: гипокинез нижнего, нижнеперегородочного сегментов ЛЖ на базальном и среднем уровнях, фракция выброса 47%, расширение ЛП до 55,6 мл/м². В лабораторных анализах повышение уровня кардиоспецифических ферментов (КСФ): тропонин I -25,7 нг/мл. В послеоперационном периоде в отсутствии необходимости в двойной антиагрегантной терапии пациентка получала апиксабан 5 мг 2 раза, метопролол 50 мг, эналаприл 5 мг, метформин. На 9-е сутки после эндоваскулярного вмешательства пациентка была выписана в удовлетворительном состоянии.

Пациентка А., 73 лет, доставлена бригадой СМП в ГКБ им. А.К. Ерамишанцева 26.02.2022 г. в 17:55 в глубоком оглушении. Со слов родственников в 16:00 у пациентки возникли слабость в правой половине туловища и нарушение речи. При поступлении нестабильность гемодинамики с АД 80/50 мм рт. ст., ЧСС 45 уд/мин, пульс аритмичный, ЧДД 17 в минуту, SPO<sub>2</sub> 98%. На ЭКГ: синдром Фредерика, ЧСС — 45 уд/мин, элевация сегмента ST во II, III, аVF отведениях, реципрокная депрессия в I, aVL, V2-V6 отведениях (рис. 3, а). В анамнезе: АГ, СД 2 типа, по-

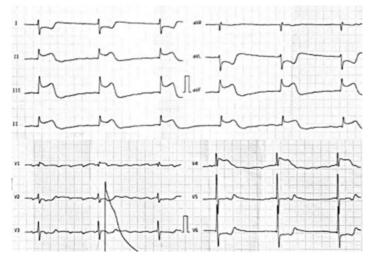




Рис. 3. Электрокардиограммы пациентки А., 73 лет: a — до вмешательства;  $\delta$  — после вмешательства

стоянная форма ФП, инфаркт головного мозга в вертебро-базиллярном бассейне от 2014 г. Данные о приеме медикаментозных препаратов отсутствуют, ИМТ -23,4 кг/м<sup>2</sup>. Пациентка осмотрена неврологом, уровень сознания расценен как глубокое оглушение, отмечается тотальная афазия, полный парез движения глазных яблок, полный парез взора вправо, гемигипестезия поверхностной чувствительности справа, плегия конечности справа, оценка по шкале NIHSS — 19 баллов, ШКГ — 13 баллов. Выполнена КТ в нативном режиме и с контрастированием, выявлены признаки тромбоза левой средней мозговой артерии (СМА) на уровне М2-сегмента. Тромболитическая терапия не проводилась по причине установленного центрального венозного катетера в связи с необходимостью инфузии для коррекции гемодинамики. В 18:45 пациентка транспортирована в рентгенооперационную, при коронарографии выявлена острая окклюзия ПКА от устья, симптом «отрицательного мениска» (рис. 4, a), ПМЖВ – стеноз в средней трети 70%, ветвь тупого края — стеноз 70% от устья. Выполнена механическая тромбаспирация при помощи устройства The Export Advance™, в ходе серии тракций получено большое количество организованных тромботических масс, достигнут ангиографический результат в виде кровотока ТІМІ 3 в ПКА и ЗМЖВ, отмечается эмболия в ЗБВ ПКА, попытки тромбаспирации из которой не увенчались успехом (рис. 4, б). При ангиографии левой внутренней сонной артерии выявлена окклюзия М2-сегмента СМА (рис. 5, а). Выполнена механическая тромбаспирация при помощи аспирационного катетера ACE68 Penumbra System™, в ходе одной тракции получен эмбол, достигнут ангиографический результат в виде кровотока TICI 2B (рис. 5,  $\delta$ ). Продолжительность вмешательства составила 55 мин, рентгеноскопии – 25 мин, израсходовано 180 мл контрастного вещества. На ЭКГ после вмешательства: регресс элевации сегмента ST, восстановление проводимости сердца, мерцательная аритмия с ЧСС 88-179 уд/мин (рис. 3, б). Гемодинамика стабильная, без поддержки симпатомиметиками. На серии последующих ЭКГ отмечается положительная динамика в виде регресса сегмента ST к изолинии во всех отведениях. По данным ЭхоКГ: гипокинез нижнего, нижне-перегородочного сегментов ЛЖ на базальном и среднем уровнях, ФВ 39%, расширение ЛП до 62,5 мл/м². В лабораторных анализах повышение уровня КС $\Phi$ : тропонин I — более 30,0 нг/мл. 27.02.2022 г. в 06:00 на фоне прежнего уровня сознания у пациентки отмечена отрицательная динамика в виде нарастания дыхательной недостаточности, потребовавшая проведения искусственной вентиляции легких. Проводилось медикаментозное лечение, включая назначение эноксапарина натрия 4000 анти-ХА МЕ подкожно 1 раз в сутки. По данным контрольной КТ: острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу, множественные зоны пониженной плотности левого полушария головного мозга с отеком прилежащих борозд, 3 балла по шкале ASPECTS. На 2-е сутки отмечена гипертермия, с учетом вероятного инфек-

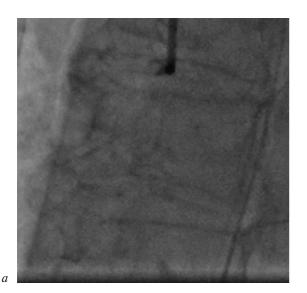




Рис. 4. Коронароангиография ПКА пациентки А., 73 лет: a — до тромбаспирации (окклюзия от устья);  $\delta$  — после тромбаспирации (кровоток восстановлен)





Рис. 5. Ангиография левой ВСА пациентки А.: a — до тромбаспирации (окклюзия М2-сегмента СМА);  $\delta$  — после тромбаспирации (кровоток в СМА ТІСІ 2В)

ционного процесса назначена антибактериальная терапия. На 3-и сутки в анализах лейкоцитоз 8,1 тыс. на 1 мкл крови, С-реактивный белок 63,9 г/л, в связи с нестабильной геодинамикой начата инотропная поддержка. На 4-и сутки отмечается нарастание уровня С-реактивного белка до 197 г/л, лейкоцитоза до 17,8 тыс. на 1 мкл крови. По данным УЗИ признаки наличия жидкости в брюшной полости, гастростаза, подозрение на кишечную непроходимость. При КТ с контрастированием – окклюзионный тромбоз верхней и нижней брыжеечных артерий, паралитическая тонкокишечная непроходимость. Проведена лапароскопия, выявлен тотальный мезентериальный тромбоз в бассейне верхней и нижней брыжеечных артерий, тотальный некроз тонкой и толстой кишки. На 5-е сутки на фоне нарастания полиорганной недостаточности пациентка умерла. Из приведенных данных однозначно судить о сроках мезентериального тромбоза при отсутствии ангиографии после эндоваскулярного вмешательства сложно. Своевременная мезентериальная тромбэкстракция могла бы предотвратить летальный исход.

### Заключение

Лечение ишемических осложнений, провоцируемых эмболией при ФП, является сложной, многокомпонентной задачей, которая пока не нашла системного решения, что в условиях растущей заболеваемости приобретает все большую актуальность. Несмотря на крайне невысокую частоту развития КЦИ, при ФП важна настороженность в отношении одномоментной эмболии в разные бассейны. Среди основных нерешенных вопросов наиболее значимыми являются отсутствие алгоритма диагностики соче-

танных ишемических событий, обусловленных ФП, обеспечение своевременного эндоваскулярного лечения, особенно в случаях необходимости перевода в другие лечебные учреждения с возможностью его осуществления. В случаях СЭ с одномоментным поражением церебральных, коронарных и/или других жизненно важных артериальных бассейнов принципиальное значение играет мультидисциплинарный подход. Сроки от постановки диагноза до проведения механической реканализации определяют прогноз у этой категории больных, при этом концентрация на одной ургентной патологии не должна исключать из поля зрения другие, наиболее опасные ввиду высокой летальности острый коронарный синдром, ишемический инсульт и мезентериальный тромбоз.

### Литература/References

- Benjamin E.J., Muntner P., Alonso A., Bittencourt M.S., Callaway C.W., Carson A.P. et al., American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics 2019 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2019; 139: e56e528. DOI: 10.1161/ CIR.00000000000000659
- Chugh S.S., Havmoeller R., Narayanan K., Singh D., Rienstra M., Benjamin E.J. et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014; 129: 837847. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113. 005119
- Lloyd-Jones D.M., Wang T.J., Leip E.P., Larson M.G., Levy D., Vasan R.S. et al. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004; 110 (09): 1042–6. DOI: 10.1161/01.CIR.0000140263.20897.42
- Gawałko M., Kapłon-Cieślicka A., Hohl M., Dobrev D., Linz D. COVID-19 associated atrial fibrillation: Incidence, putative mechanisms and potential clinical implications. *IJC Heart & Vasculature*. 2020; 30: 10631. DOI: 10.1016/j.ijcha. 2020.100631
- Lip G.Y., Nieuwlaat R., Pisters R., Lane D.A. Crijns H.J. Refining clinical risk stratification for predicting stroke and thromboembolism in atrial fibrillation using a novel risk factor-

- based approach: the euro heart survey on atrial fibrillation. *Chest.* 2010; 137 (2): 263–72. DOI: 10.1378/chest.09-1584
- 6. ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC Authors. Task Force. Eur. Heart J. 2020; 42: 373498. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa612 2020
- Marijon E., Heuzey L., Connolly S., Yang S., Pogue J., Brueckmann M. et al.; for the RE-LY Investigators. Causes of death and influencing factors in patients with atrial fibrillation: a competing-risk analysis from the randomized evaluation of long-term anticoagulant therapy study. *Circulation*. 2013; 128: 2192–201. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000491
- Суслина З.А., Варакин Ю.Я. Клиническое руководство по ранней диагностике, лечению и профилактике сосудистых заболеваний головного мозга. М.: МЕДпресс-информ; 2015.
  - Suslina Z.A., Varakin Yu.Ya. Clinical guide for early diagnosis, treatment and prevention of cerebrovascular diseases. Moscow; 2015 (in Russ.).
- Shpak M., Ramakrishnan A., Cowperthwaite M., Fanale C.H. Higher incidence of ischemic stroke in patients taking novel oral anticoagulants. *Stroke*. 2018; 49 (12): 2851–6. DOI: 10.1161/ STROKEAHA.118.022636
- Schäfer A., Flierl U., Berliner D., Bauersachs J. Anticoagulants for stroke prevention in atrial fibrillation in elderly patients. *Cardiovasc. Drugs Ther.* 2020; 34: 555–68. DOI: 10.1007/ s10557-020-06981-3
- Zhu W., Xiong Q., Hong K. Meta-analysis of CHADS2 versus CHA2DS2-VASc for predicting stroke and thromboembolism in atrial fibrillation patients independent of anticoagulation. *Tex. Heart Inst. J.* 2015; 42 (1): 6–15. DOI: 10.14503/THIJ-14-4353
- Frost L., Engholm G., Johnsen S., Møller H., Henneberg E.W., Husted S. et al. Incident thromboembolism in the aorta and the renal, mesenteric, pelvic, and extremity arteries after discharge from the hospital with a diagnosis of atrial fibrillation. *Arch. Intern. Med.* 2001; 161 (2): 272–6. DOI: 10.1001/archinte. 161.2.272
- Lip G.Y., Rumley A., Dunn F.G., Lowe G.D., Lowe G.D.
  Plasma fibrinogen and fibrin D-dimer in patients with atrial
  fibrillation: effects of cardioversion to sinus rhythm. *Int. J. Cardiol.* 1995; 51 (3): 245–51. DOI: 10.1016/0167-5273(95)
  02434-x
- Cambria R.P., Abbott W.M. Acute arterial thrombosis of the lower extremity. Its natural history contrasted with arterial embolism. *Arch. Surg.* 1984; 119 (7): 784–7. DOI: 10.1001/ archsurg.1984.01390190028006
- Grip O., Wanhainen A., Michaëlsson K., Lindhagen L., Björck M. Open or endovascular revascularization in the treatment of acute lower limb ischaemia. *Br. J. Surg.* 2018; 105: 1598e606. DOI: 10.1002/bjs.10954
- Santistevan J.R. Acute limb ischemia: an emergency medicine approach. *Emerg. Med. Clin. North. Am.* 2017; 35: 889e909. DOI: 10.1016/j.emc.2017.07.006
- Abbott W.M., Maloney R.D., McCabe C.C., Lee C.E., Wirthin L.S. et al. Arterial embolism: a 44 year perspective. *Am. J. Surg.* 1982; 143: 460–4. DOI: 10.1016/0002-9610(82)90196-9
- Bekwelem W., Connolly S.J., Halperin J.L., Adabag S., Duval S., Chrolavicius S. et al. Extracranial systemic embolic events in patients with nonvalvular atrial fibrillation: incidence, risk factors, and outcomes. *Circulation*. 2015; 132: 796–803. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.013243
- Shi M., Chen L.Y., Bekwelem W., Norby F.L., Soliman E.Z., Alam A.B., Alonso A. Association of atrial fibrillation with incidence of extracranial systemic embolic events: The ARIC Study. *J. Am. Heart Assoc.* 2020; 9 (18): e016724. DOI: 10.1161/JAHA.120.016724

- Shibata T., Kawakami S., Noguchi T., Tanaka T., Asaumi Y., Kanaya T. et al. Prevalence, clinical features, and prognosis of acute myocardial infarction attributable to coronary artery embolism. *Circulation*. 2015; 132: 241–50. DOI: 10.1161/ CIRCULATIONAHA.114.015134
- Lacey M.J., Raza S., Rehman H., Puri R., Bhatt D.L., Kalra A. Coronary embolism: a systematic review. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2020; 21 (3): 367–74. DOI: 10.1016/j.carrev.2019.05.012
- 22. Kariyanna P.T., Ramalanjaona B., Al-Sadawi M., Jayarangaiah A., Hegde S., McFarlane I.M. et al. Coronary embolism and myocardial infarction: a scoping study. *Am. J. Med. Case Rep.* 2020; 8 (2): 31–43. DOI: 10.12691/ajmcr-8-2-1
- 23. Vlaar P., Svilaas T., van der Horst I., Diercks G.F., de Smet B.J., van den Heuvel A.F. et al. Cardiac death and reinfarction after 1 year in the Thrombus Aspiration during Percutaneous coronary intervention in Acute myocardial infarction Study (TAPAS): a 1-year follow-up study. *Lancet*. 2008; 371: 1915–20.
- 24. Jolly S.S., Cairns J.A., Yusuf S., Rokoss M.J., Gao P., Meeks B. et al. Outcomes after thrombus aspiration for ST elevation myocardial infarction: 1-year follow-up of the prospective randomised TOTAL trial. *Lancet*. 2016; 387: 127–35. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00448-1
- Broderick J.P., Schroth G. What the SWIFT and TREVO II trials tell us about the role of endovascular therapy for acute stroke. Stroke. 2013; 44: 1761–4. DOI: 10.1161/STROKEAHA. 113.000740
- 26. Манчуров В.Н., Анисимов К.В., Осканов М.Б., Скрыпник Д.В., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В. Инфаркт миокарда эмболической природы. *Кардиология*. 2018; 58 (2): 83–90. DOI: 10.18087/cardio.2018.2.10090

  Manchurov V.N., Anisimov K.V., Oskanov M.B., Skrypnik D.V., Vasilieva E.Yu., Shpektor A.V. Myocardial infarction of an embolic nature. *Cardiology*. 2018; 58 (2): 83–90 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2018.2.10090
- Huang A.L., Murphy J.C., Shaw E., Kozor R., Wan W.W., Loxton A. et al. Routine aspiration thrombectomy improves the diagnosis and management of embolic myocardial infarction. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2016; 87: 642–7. DOI: 10.1002/ccd.26047
- 28. Yeo L., Andersson T., Yee K.W., Tan B.Y., Paliwal P., Gopinathan A. et al. Synchronous cardiocerebral infarction in the era of endovascular therapy: which to treat first? *J. Thromb. Thrombolys.* 2017; 44: 104–11. DOI: 10.1007/s11239-017-1484-2
- Kawamura A., Lombardi D.A., Tilem M.E., Gossman D.E., Piemonte T.C., Nesto R.W. et al. Stroke complicating percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction. *Circ. J.* 2007; 71: 1370–5. DOI: 10.1253/circj. 71.1370
- González-Pacheco H., Méndez-Domínguez A., Vieyra-Herrera G., Azar-Manzur F., Meave-González A., Rodríguez-zanella H. et al. Reperfusion strategy for simultaneous ST-segment elevation myocardial infarction and acute ischemic stroke within a time window. *Am. J. Emerg. Med.* 2014; 32: 1157.e1–4. DOI: 10.1016/j.ajem.2014.02.047
- Kijpaisalratana N., Chutinet A., Suwanwela N.C. Hyperacute simultaneous cardiocerebral infarction: rescuing the brain or the heart first? *Front. Neurol.* 2017; 8: 1–7. DOI: 10.3389/ fneur.2017.00664
- Tokuda K., Shindo S., Yamada K., Shirakawa M., Uchida K., Horimatsu T. et al. Acute embolic cerebral infarction and coronary artery embolism in a patient with atrial fibrillation caused by similar thrombi. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2016; 25: 1797–9. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.01.055
- De Castillo L., Diestro J.D., Tuazon C.A., Sy M.C., Añonue-vo J.C., San Jose M.C. Cardiocerebral infarction: A single institutional series. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2021; 30 (7): 105831 DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105831
- Лиманкина И.Н. Цереброкардиальный синдром. Вестник аритмологии. 2009; 58: 26–34.
   Limankina I.N. Cerebrocardial syndrome. Bulletin of Arrhythmology. 2009; 58: 26–34 (in Russ.).

### Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.133-004.6-089

# Отдаленные результаты стентирования сонных артерий в центре с большими объемами выполнения процедур: опыт эндоваскулярного лечения рестенозов внутренней сонной артерии

В.Л. Коробка, А.В. Хрипун, М.В. Малеванный $^{\bowtie}$ , Д.А. Филоненко

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

**Коробка Вячеслав Леонидович,** д-р мед. наук, профессор, гл. врач; orcid.org/0000-0003-3205-4647 **Хрипун Алексей Валерьевич,** канд. мед. наук, зам. главного врача, директор;

orcid.org/0000-0001-6765-2837

Малеванный Михаил Владимирович, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-0737-7455. e-mail: doctorm.m@vandex.ru

Филоненко Дмитрий Александрович, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-1278-5285

### Резюме

**Цель** – проанализировать отдаленные результаты стентирования сонных артерий, показать опыт эндоваскулярного лечения рестенозов внутренней сонной артерии после стентирования.

**Материал и методы.** Методом случайной выборки проведен ретроспективный анализ 500 историй болезни пациентов, которым выполнено стентирование сонных артерий в ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница» в период с 2013 по 2019 г. Срок динамического наблюдения составил 12–32 мес. По поводу рестеноза было прооперировано 7 пациентов по методике stent-in-stent с имплантацией самораскрывающихся стентов.

**Результаты.** Полученные данные доказывают низкую частоту развития гомолатерального инсульта, который зарегистрирован у 9 (2%) пациентов и не был связан с нарушением проходимости стентов, а также низкую частоту развития рестенозов в сонных артериях – 2%. У всех прооперированных повторно пациентов в течение 12 мес после вмешательства рестенозов не выявлено.

**Заключение.** Стентирование каротидных артерий является эффективной и безопасной процедурой для профилактики первичных и повторных нарушений мозгового кровообращения. Представленные клинические случаи показывают возможность, безопасность и эффективность применения stent-in-stent методики коррекции рестеноза самораскрывающимися стентами.

Ключевые слова: отдаленные результаты, сонные артерии, рестеноз, повторные вмешательства

**Для цитирования:** Коробка В.Л., Хрипун А.В., Малеванный М.В., Филоненко Д.А. Отдаленные результаты стентирования сонных артерий в центре с большими объемами выполнения процедур: опыт эндоваскулярного лечения рестенозов внутренней сонной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 238–45. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-238-245

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

Поступила 28.04.2022 Принята к печати 19.07.2022

# Long-term results of carotid artery stenting in the center with large volumes: experience in endovascular treatment of internal carotid artery restenoses

V.L. Korobka, A.V. Khripun, M.V. Malevannyy<sup>™</sup>, D.A. Filonenko

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

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

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

Mikhail V. Malevannyy, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0002-0737-7455,
e-mail: doctorm.m@yandex.ru

Dmitriy A. Filonenko, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1278-5285

### Abstract

**Aim** of this article is to analyze the long-term results of carotid artery stenting and to demonstrate our experience of repeated surgical interventions in the development of restenosis.

**Material and methods.** A random sampling method was used to conduct a retrospective analysis of 500 case histories of patients who underwent carotid artery stenting at the Regional Clinical Hospital in the period from 2013 to 2019. The term of dynamic observation was 12–32 months. For restenosis, we operated on 7 patients using the stent-in-stent technique with implantation of self-expanding stents.

**Results.** The results show that the data obtained in our work prove the low incidence of homolateral stroke, which was registered in 9 (2%) patients and was not associated with impaired stent patency, as well as the low incidence of restenosis in the carotid arteries – 2%. No restenosis was detected in all the patients reoperated by us within 12 months after the operation.

**Conclusion.** Summing up the results, it can be concluded that carotid artery stenting is an effective and safe procedure for the prevention of primary and recurrent cerebrovascular accidents. And the presented clinical cases demonstrate the possibility, safety and effectiveness of the stent-in-stent method of restenosis correction using self-expanding stents.

Keywords: long-term results, carotid arteries, restenosis, repeated surgical interventions

For citation: Korobka V.L., Khripun A.V., Malevannyy M.V., Filonenko D.A. Long-term results of carotid artery stenting in the center with large volumes: experience in endovascular treatment of internal carotid artery restenoses. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2022; 9 (3): 238–45 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-238-245

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

Received April 28, 2022 Accepted July 19, 2022

### Актуальность

Стентирование сонных артерий (СА), наряду с каротидной эндартерэктомией (КЭЭ), является эффективным методом лечения атеросклероза брахиоцефальных артерий (БЦА) [1-3] и, в отличие от открытой хирургии, менее инвазивно (характеризуется отсутствием таких осложнений, как повреждение черепно-мозговых нервов, парез гортани, синдром Горнера, острые гематомы в месте хирургического вмешательства, требующие ревизии периартериального пространства), что позволяет существенно сократить сроки реабилитации пациентов. Развитие рестеноза после стентирования СА встречается достаточно редко, что показало исследование CREST, согласно которому частота рестеноза составила всего 0-6%, это является достаточно низким показателем с учетом большого числа пациентов. В исследовании K. Gröschel et al. [4] был проведен систематический анализ работ, в которых сообщалось о рестенозе после проведения стентирования СА, обобщенная частота рестеноза через 1 и 2 года после стентирования составила примерно 6 и 7,5% (от 0,6 до 22%) для исследований с порогом рестеноза от 50 до 70% и примерно 4% (от 1,9 до 6,5%) для рестенозов с порогом от 70 до 80%, развившихся в первые 2 года после стентирования СА.

Однако с увеличением доли пациентов, которым выполнено каротидное стентирование (КС), все чаще приходится сталкиваться с рестенозами. Однозначного решения данной проблемы нет, в отдельных сообщениях оценены различные варианты коррекции этого состоя-

ния — каротидная эндартерэктомия (КЭЭ), рестентирование, чрескожная транслюминальная ангиопластика (ЧТА), однако оптимальная методика до сих пор не определена. Проспективных рандомизированных исследований по эффективности данных методов лечения не проводилось. Большинство работ состоят из сообщений об отдельных клинических случаях или небольших серий случаев и, как правило, информируют о краткосрочных результатах наблюдения [5].

К примеру, в ряде исследований сообщалось о периоперацинных технических трудностях использования методики КЭЭ с удалением стента, особенно если стент длинный или находится в дистальном отделе внутренней сонной артерии (ВСА). Попытки его удаления могут привести к дисфункции нервов или расслоению артерии. В одном из наблюдений у пациента с высоким расположением бифуркации СА коррекция рестеноза выполнена при помощи КЭЭ, однако визуализировать дистальный участок стента было невозможно и стент удаляли вслепую. Несмотря на то что был получен удовлетворительный ретроградный кровоток, при интраоперационной ангиографии, после закрытия СА, визуализирована диссекция ВСА, что потребовало имплантации в нее стента для предотвращения дальнейшего распространения диссекции. Пациент перенес дисфункцию подъязычного нерва и выписан в удовлетворительном состоянии на 7-е сутки после операции [6].

*Цель настоящего исследования* — ретроспективный анализ отдаленных результатов стентирования ВСА, а также демонстрация нашего

опыта коррекции рестонозов ВСА на примере нескольких клинических случаев.

### Материал и методы

За период с 2013 по 2019 г. в ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница» первичное стентирование ВСА выполнено 987 пациентам (823 мужского пола и 164 — женского) в возрасте от 38 до 79 лет (в среднем 63 года). Во всех случаях этиологическим фактором, приводившим к стенозирующему поражению СА, был атеросклероз. Клиническая симптоматика у обследованных пациентов была представлена следующим образом: 307 (31%) пациентов не имели очаговой неврологической симптоматики в бассейне СА и 680 (69%) пациентов перенесли острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в каротидном бассейне, из них ишемический инсульт – 483 (71%) больных, транзиторные ишемические атаки (ТИА) -163 (24%), ТИА плюс ишемический инсульт – 34 (5%) пациента. Артериальная гипертония была диагностирована у 957 (97%) пациентов, гиперлипидемия – у 632 (64%), сахарный диабет 2 типа — у 227 (23%), ишемическая болезнь сердца (ИБС) — у 632 (64%), перемежающаяся хромота нижних конечностей - у 345 (35%), курение было отмечено у 563 (57%) пациентов.

Всем пациентам в предоперационном периоде выполнялись ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) ВСА, компьютерная томография (КТ) головного мозга и ангиография брахиоцефальных артерий с контрастированием. Основным методом для принятия решения об интервенции являлась КТ-ангиография БЦА. Обсчет степени стеноза СА выполнялся по методике NASCET. Показаниями для стентирования СА были следующими: симптомный стеноз ВСА более 60%; бессимптомное поражение ВСА со стенозами 50-60% при наличии нестабильной атеросклеротической бляшки (гематома внутри бляшки, флотация интимы, изъязвление, пристеночный тромб), а также ОНМК/ТИА в анамнезе за последние 6 мес; бессимптомные стенозы ВСА 80-99%.

Степень стеноза СА до проведения эндоваскулярного вмешательства по данным ангиографического исследования составила в среднем 84%. По данным УЗДС атеросклеротические бляшки (АСБ) имели протяженность от 1 до 4,8 (в среднем 2,3) см, ровная поверхность диагностирована в 55% случаев, неровная — в 37%, изъязвленная — в 8% случаев. В 82% наблюдений АСБ локализовывалась в луковице и проксимальном отделе ВСА, в 18% случаев, помимо АСБ проксимального отдела ВСА, определялось гемодинамически значимое поражение бифуркации общей сонной артерии (ОСА). В 62% случаев в состав бляшки входил кальций, который в 50% случаев занимал не менее трети объема АСБ.

Противопоказаниями для стентирования CA были острые изгибы сосуда и другие анатомотопографические особенности.

### Техника стентирования сонных артерий

Доступ производится через общую бедренную артерию (ОБА). Для профилактики тромбообразования вводится гепарин из расчета 1000 единиц на каждые 10 кг массы тела пациента под контролем увеличения активированного частичного тромбопластинового времени в 2 раза от нормы. В обязательном порядке используется один из методов церебральной защиты: установка фильтра дистальнее зоны поражения в 5% случаев, системы проксимальной защиты – в 95%. Для уменьшения раздражения каротидных барорецепторов вводится атропин внутривенно в индивидуально подобранной дозировке. При субокклюзии артерии, перед установкой стента, выполняется предилатация стеноза, далее имплантируется самораскрывающийся стент. Проводится постдилатация баллонным катетером диаметром 5,0-5,5 мм (диаметр раскрытия баллонного катетера в среднем соответствует 85-90% от исходного диаметра ВСА), после чего устройство механической защиты головного мозга удаляется с обязательной предварительной аспирацией крови с элементами АСБ при использовании устройства проксимальной защиты. В послеоперационном периоде всем пациентам проводится двойная дезагрегантная терапия в течение 6 мес, коррекция дислипидемии.

### Результаты

Методом случайной выборки проведен анализ отдаленных результатов у 500 пациентов, которым выполнено стентирование СА в ГБУ РО «РОКБ» в период с 2013 по 2019 г. Срок динамического наблюдения составил 12—32 мес (см. таблицу).

Острое нарушение мозгового кровообращения было диагностировано у 22 (4,4%) пациентов: у 4 — по геморрагическому типу на фоне гипертонических кризов, еще у 4 — по ишемичес-

Отдаленные результаты стентирования сонных артерий в ГБУ РО «РОКБ» с 2013 по 2019 г.

Осложнения	Частота развития, %
Bcero OHMK	4,4
Всего ишемических событий в ипсилатеральном бассейне:	1,0
ТИА	0,2
инсульт по геморрагическому типу	0,8
инсульт по ишемическому типу:	2,8
ипсилатеральный	0,8
контралатеральный	1,6
«малый»	1,8
«большой»	2,6
Летальный исход (инфаркт миокарда и другие нецеребральные события)	1,6
Рестеноз	2,0

кому типу на стороне стентирования, при этом нарушений проходимости стентов выявлено не было (вероятнее всего, ОНМК по ишемическому типу носили кардиоэмболический характер), у 1 пациента отмечен эпизод ТИА в виде преходящей слепоты на глаз, возникший через 14 мес после операции (вероятнее всего, он был обусловлен неоднородной АСБ в гомолатеральной ОСА, приводящей к стенозу в 50–60% случаев); у 8 — по ишемическому типу на стороне, противоположной ранее выполненному стентированию; у 5 — по ишемическому типу в вертебробазилярном бассейне. У 50% пациентов группы имелся сахарный диабет 2 типа с уровнем гликозилированного гемоглобина более 7,5%, у 4 пациентов за период наблюдения на фоне ИБС развился инфаркт миокарда (ИМ), двум выполнялось стентирование коронарных артерий, одному пациенту – аортокоронарное шунтирование, у 8 отмечен высокий класс стенокардии напряжения, двум пациентам выполнялись реконструктивные операции на артериях нижних конечностей, у одного из них в итоге выполнена ампутация нижней конечности на фоне полной декомпенсации кровообращения. Летальный исход зафиксирован в 8 (1,6%) случаях и не был связан с церебральными событиями (ИМ, острая почечная недостаточность, неопластический процесс). Полный регресс ТИА со стороны оперированной СА зафиксирован у всех больных, имевших указанные сосудистые события до операции (n = 54). Положительную динамику в виде уменьшения степени пареза конечностей и речевых расстройств отмечали у 125 больных, полный или частичный регресс вертебрально-базилярной недостаточности — у 84 пациентов. Кроме того, проведение операции повлияло на такие неспецифические неврологические признаки, как улучшение общего самочувствия (в виде уменьшения частоты головных болей и общей слабости, стабилизации артериального давления), улучшение внимания и повышение эмоциональной активности.

По нашим данным, рестеноз в просвете стента был выявлен у 10 (2%) пациентов, все эти пациенты со злокачественным течением мультифокального атеросклероза и суб- или декомпенсированным сахарным диабетом 2 типа (уровень гликозилированного гемоглобина больше 7,5%); у 2 пациентов (по данным УЗДС) стеноз в оперированной СА сформирован истинной АСБ, у 8 — за счет гиперплазии интимы. Два пациента отказались от повторных вмешательств, один пациент со стенозом 70% находится на динамическом наблюдении ввиду отсутствия клинических проявлений, 7 пациентов прооперированы повторно по методике stentin-stent. У 100% пациентов, оперированных повторно, имелись симптомы прогрессирующей хронической сосудисто-мозговой недостаточности (общемозговая неврологическая симптоматика), у двоих зарегистрированы ТИА. Во всех случаях во время хирургического вмешательства использовали системы защиты от эмболии: у 5 пациентов выбрана система проксимальной защиты (mono Mo-ma), у 2 пациентов применялась система дистальной защиты фильтр (FilterWire, Boston Scientific). Также всем пациентам выполнялась постдилатация ВСА, при которой диаметр раскрытия баллонных катетеров на 100% соответствовал диаметру ВСА дистальнее поражения. Во всех случаях обнаружены элементы детрита, как в системе дистальной защиты, так и при аспирации из системы проксимальной защиты. Оценка результатов лечения повторно оперированных пациентов выполнялась в течение 12 мес – рестенозов не выявлено, новых неврологических нарушений не зарегистрировано.

Представим несколько клинических случаев применения stent-in-stent методики коррекции рестенозов самораскрывающимися стентами.

### Клинический случай № 1

Пациент К., мужского пола, 62 лет, поступил на плановое оперативное лечение с жалобами на головные боли, головокружения, неустойчивость, шаткость походки, колебания артериального давления, общую слабость, слабость в правой верхней конечности. В анамнезе заболевания: в 2017 г. перенес ОНМК по ишемическому типу в бассейне среднемозговой артерии (СМА) слева. При дообследовании у пациента выявлен стеноз левой ВСА 90%, в связи с чем в мае 2017 г. проведено стентирование левой ВСА. Через 6 мес пациент отмечал ухудшение состояния: усиление головных болей, головокружений, шаткости походки. По данным УЗДС и КТ с контрастированием выявлен гемодинамически значимый рестеноз в ранее имплантированном стенте — 90%.

На основании данных обследования выстав-

лен основной клинический диагноз: генерализованный атеросклероз. Атеросклероз БЦА. Состояние после стентирования левой ВСА от февраля 2017 г. Рестеноз левой ВСА 90%. Осложнения: хроническое нарушение мозгового кровообращения (XHMK) IV ст. Последствие перенесенного ОНМК в бассейне левой СМА от 2017 г., правосторонняя пирамидная недостаточность. Сопутствующий диагноз: ИБС. Постинфарктный (2015, 2018 гг.) кардиосклероз. ИБС, стентирование передней межжелудочковой ветви ПМЖВ от 2014 г. Нарушение ритма сердца по типу пароксизмальной тахисистолической формы фибрилляции предсердий. Коронарография от 2017 г. (ПМЖВ – хроническая окклюзия in stent в средней трети, диагональная ветвь - стеноз 50% в проксимальной трети, правая коронарная артерия – стеноз 50% в средней трети). Гипертоническая болезнь III ст., риск 4. XCH 1. Функциональный класс

(ФК) II. Сахарный диабет 2 типа, тяжелое течение, вторично инсулинозависимый. Диабетическая нейропатия и ангиопатия сосудов нижних конечностей. ХИНК I ст.

Ввиду ранее перенесенного ОНМК по ишемическому типу, наличия выраженной коморбидной патологии было принято решение о выполнении рестентирования ВСА с использованием дистальной системы защиты головного мозга.

**Ход операции.** Под местной анестезией правым трансфеморальным доступом последовательно проведено контрастирование левой и правой ОСА, нижней СА (НСА), ВСА. В области средней трети ВСА слева определялся рестеноз в теле ранее имплантированного стента 90% (рис. 1). Справа стеноз ВСА 55%. Интракраниальные сосуды без особенностей с обеих сторон.

Система дистальной защиты FilterWire (Boston Scientific) проведена за рестеноз, раскрыта. Было решено применить методику коррекции рестеноза stent-in-stent. Проведены пробы на пространственную ориентацию рестенозированного участка ВСА при повороте головы в разных плоскостях, а также мануальная компрессия данного участка с целью исключения деформации стента при различных условиях воздействия. После проб подтвердилось, что при различных пространственных изменениях и внешнем воздействии рестенозированный участок ВСА не подвергается деформации. По проводнику имплантирован самораскрывающийся стент Carotid Wallstent 7 × 40 мм (Boston Scientific) по методике stent-in-stent, с последующей его постдилатацией в зоне рестеноза баллонным катетером Submarine Rapid (Medtronic)



Рис. 1. Рестеноз ВСА слева у пациента К. через 6 мес после стентирования



Рис. 2. Внутренняя СА слева у пациента К. после рестентирования

 $6,5 \times 20$  мм под давлением 10 атм. (диаметр раскрытия баллонного катетера на 100% соответствует диаметру ВСА дистальнее поражения). На контрольной ангиографии: стент раскрыт полностью, остаточного стеноза, диссекции интимы не выявлено, интракраниальный бассейн ВСА без особенностей. Кровоток ТІСІ 3 (рис. 2). Катетер и интродьюсер удалены. Наложена давящая повязка.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Неврологический статус пациента удовлетворительный. Выписан в удовлетворительном состоянии на 3-и сутки после вмешательства. Клинически пациент отмечает улучшение состояния.

### Клинический случай 2

Пациент Р., мужского пола, 62 лет, поступил на плановое оперативное лечение с жалобами на головные боли, головокружения, неустойчивость, шаткость походки, колебания артериального давления, общую слабость. В анамнезе заболевания: в 2017 г. перенес ОНМК по ишемическому типу в бассейне левой СМА. ИМ в 2015 и 2018 гг. В начале 2017 г. по данным КТ с контрастированием артерий шеи и головы выявлен стеноз левой ВСА 95%. В феврале 2017 г. проведено стентирование левой ВСА. Через 10 мес пациент отмечает ухудшение состояния: возврат головных болей, головокружений. По данным УЗДС выявлен рестеноз стента левой ВСА 95%. Проведена компьютерная томография с ангиографией артерий головы и шеи - рестеноз 95% в левой ВСА подтвержден.



Рис. 3. Рестеноз ВСА слева у пациента Р. через 10 мес после стентирования

На основании данных обследования выставлен основной клинический диагноз: атеросклероз БЦА. Состояние после стентирования левой ВСА от февраля 2017 г. Рестеноз левой ВСА 95%. Осложнения: хроническое нарушение мозгового кровообращения (ХНМК IV ст.). Последствие перенесенного ОНМК в бассейне левой СМА от 2017 г., правосторонняя пирамидная недостаточность, умеренный астено-цефалгический, вестибуло-атактический синдромы. Сопутствующий диагноз: ИБС. Постинфарктный (2015, 2018 гг.) кардиосклероз. ХСН 2А. ФК III. Сахарный диабет 2 типа, тяжелое течение, инсулинозависимый.

Учитывая наличие рестеноза в стенте, пациенту предложили проведение КЭЭ, от которой он категорически отказался.

Ход операции. Под местной анестезией трансфеморальным доступом последовательно проведено контрастирование левой и правой ОСА, НСА, ВСА. В области средней трети ВСА слева определяется рестеноз в теле ранее имплантированного стента 95% (рис. 3). Справа стеноз ВСА 30%. Интракраниальные сосуды без особенностей с обеих сторон.

В левую ОСА установлена система проксимальной защиты Mono Mo-ma (рис. 4).

Было решено применить методику коррекции рестеноза stent-in-stent. В результате проб на пространственную ориентацию рестенозированного участка ВСА выявлено, что при различных пространственных изменениях и внешнем воздействии рестенозированный участок ВСА не подвергается деформации. По провод-



Рис. 4. Каротидный бассейн слева у пациента Р. с установленной системой проксимальной защиты Mono Mo-ma



Рис. 5. Внутренняя СА слева у пациента Р. после рестентирования

нику имплантирован самораскрывающийся стент Casper 8 × 30 мм по методике stent-in-stent, с последующей его постдилатацией в зоне рестеноза баллонным катетером Submarine Rapid (Medtronic) 7,0 × 20 мм под давлением 10 атм. (что соответствует диаметру ВСА дистальнее поражения на 100%), при аспирации крови из системы проксимальной защиты обнаружен детрит. На контрольной ангиографии стент раскрыт полностью, остаточного стеноза, диссекции интимы не выявлено, интракраниальный бассейн ВСА без особенностей. Кровоток ТІСІ 3 (рис. 5). Катетер и интродьюсер удалены. Наложена давящая повязка.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Неврологический статус пациента удовлетворительный. Больной выписан в удовлетворительном состоянии на 3-и сутки после вмешательства. Клинически пациент отмечает улучшение состояния.

### Обсуждение

В различных нерандомизированных исследованиях оценены долгосрочные результаты стентирования СА. Так, по данным С. Roubin et al. [7], в течение 3 лет после операции доля пациентов без инсультов (приводящих и не приводящих к смерти) составила  $95\pm2$  и 96%, соответственно. В наиболее крупной выборке пациентов с длительным периодом наблюдения в работе G. de Donato et al. [8] выявлено, что через 5 лет доля пациентов, у которых не отмечали летальных исходов от инсульта, а также случаев гомолатерального и любого другого ин-

сульта, составила 93,5; 93,3 и 91,9%, соответственно. В рандомизированных исследованиях Kentucky 1, Kentucky 2 и BACASS [9, 10] при динамическом наблюдении в течение 24 мес у симптомных и асимптомных пациентов не отмечено развития инсультов или летальных исходов. В исследовании SAPPHIRE [11] в течение 1 года главная конечная точка в виде случаев «инсульт/ИМ/смерть в течение 30 дней после вмешательства» и «гомолатеральный инсульт или смерть от неврологических причин в сроки от 31-го дня до 1 года» составила 12,2% у пациентов, рандомизированных в группу каротидного стентирования. В исследовании SPACE [12] через 2 года после эндоваскулярного вмешательства этот показатель составил 5,0%, а согласно самому крупному рандомизированному исследованию CREST, частота гомолатерального инсульта через 4 года после каротидного стентирования была низкой, составив всего 2%.

Таким образом, полученные в нашей работе данные доказывают низкую частоту развития гомолатерального инсульта, который зарегистрирован у 9 (2%) пациентов и не был связан с нарушением проходимости стентов, а также низкую частоту развития рестенозов в СА (у 1,8% пациентов за счет гиперплазии интимы, у 0,2% — атеросклеротического генеза), причем все выявленные осложнения отмечены у пациентов с тяжелым коморбидным фоном (злокачественное течение мультифокального атеросклероза и сахарного диабета).

Как мы ранее подчеркивали, лечение рестенозов каротидных артерий после стентирования является малоизученной проблемой, не имеющей общепризнанного решения, подкрепленного рандомизированными исследованиями.

В рамках данной работы мы показали свой опыт выполнения повторных оперативных вмешательств для коррекции рестеноза СА по методике stent-in-stent после первичного стентирования в дебюте агрессивного течения атеросклероза. Точная методика была выбрана исходя из того, что хирургическая реконструкция имеет ряд недостатков, в первую очередь сложность удаления самой конструкции стента и невозможность проведения данной процедуры у пациентов с высоким хирургическим риском, отсутствие условий получения желаемого эффекта после попыток выполнить ЧТА баллонами с лекарственным покрытием ввиду выраженной ригидности гиперплазированной неоинтимы, а также проведенных проб на по-

Эндоваскулярная хирургия • 2022; 9 (3)

тенциальную деформацию стента, которые показали отсутствие соответствующих факторов воздействия на рестенозированный участок ВСА.

### Заключение

Результаты нашего и приведенных выше исследований доказывают, что стентирование KA является эффективной и безопасной процедурой для профилактики первичных и повторных нарушений мозгового кровообращения.

Представленные клинические случаи демонстрируют возможность, безопасность и эффективность применения stent-in-stent методики коррекции рестеноза самораскрывающимися стентами с оценкой отдаленных результатов лечения в течение 12 мес.

На наш взгляд, клинически значимые рестенозы в ранее стентированных KA требуют дальнейшего изучения, и представленные клинические случаи являются единичным решением данной проблемы.

Показания к повторным вмешательствам не определены. По мнению ряда авторов, гиперплазия неоинтимы, обусловливающая рестеноз, характеризуется стабильностью относительно обычных АСБ. Показания для повторного вмешательства важно признать более жесткими, чем при первичной реконструкции. Кандидатами для хирургической коррекции рестеноза следует признать только пациентов с симптомным поражением СА, со степенью поражения СА на грани субокклюзии.

### Литература/References

- James F., Meschia L. Time from symptoms to carotid endarterectomy or stenting and perioperative risk. Stroke. 2015; 46: 3540-2. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.011123
- Vincent S., Eberg M. Meta-analysis of randomized controlled trials comparing the long-term outcomes of carotid artery stenting versus endarterectomy. Circ. Cardiovasc. Qual. Out-

- comes. 2015; 8: 99–108. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES. 115.001933
- Jalbert J.J., Gerhard-Herman M.D. Relationship between physician and hospital procedure volume and mortality after carotid artery stenting among medicare beneficiaries. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes.* 2015; 8: 81–9. DOI: 10.1161/ CIRCOUTCOMES.114.001668
- Gröschel K., Riecker A., Schulz J., Ernemann U., Kostrup A. Systematic review of early recurrent stenosis after carotid angioplasty and stenting. *Stroke*. 2005; 36: 367–73. DOI: 10.1161/01.STR.0000152357.82843.9f
- Dai Z., Xu G. Restenosis after carotid artery stenting. *Vascular*. 2017; 25 (6): 576–86. DOI: 10.1177/1708538117706273
- 6. Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Шабаев А.Р., Волков А.Н., Рубан Е.В., Лидер Р.Ю., Ануфриев А.И. Хирургическое лечение пациента с рестенозом стентов в устье общей сонной артерии и проксимальном отделе внутренней сонной артерии. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2019; 23 (3): 104—10. DOI: 10.21688/1681-3472-2019-3-104-110
  - Kazantsev A.N., Burkov N.N., Shabayev A.R., Volkov A.N., Ruban E.V., Lider R.Yu., Anufriyev A.I. Surgical treatment of a patient with stent restenosis in the mouth of the general carotid artery and the proximal department of the internal carotid artery. *Circulation Pathology and Cardiosurgery.* 2019; 23 (3): 104–10 (in Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2019-3-104-110
- Roubin G., New G., Iyer S., Vitek J.J., Al-Mubarak N., Liu M.W. et al. Immediate and late clinical outcomes of carotid artery stenting in patients with symptomatic and asymptomatic carotid artery stenosis: a 5-year prospective analysis. Circulation. 2001; 103: 532–7. DOI: 10.1161/01.cir.103.4.532
- De Donato G., Setacci C., Deloose K., Peeters P., Cremonessi A., Bosiers M. Long-term results of carotid artery stenting. J. Vasc. Surg. 2008; 48: 1431–40. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.07.012
- Brooks W., McClure R., Jones M., Coleman T.C., Breathitt L. Carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: randomized trial in a community hospital. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2001; 38: 1589–95. DOI: 10.1016/s0735-1097(01)01595-9
- Economopoulos K.P., Sergentanis Th.N., Tsivgoulis G., Mariolis A.D., Stefanadis Ch. Carotid artery stenting versus carotid endarterectomy, a comprehensive meta-analysis of short-term and long-term outcomes. *Stroke*. 2011; 42: 687–92. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.606079
- Yadav J., Wholey M., Kuntz R., Fayad P., Katzen B.T., Mishkel G.L. et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N. Engl. J. Med.* 2004; 351: 1493–1501. DOI: 10.1056/NEJMoa040127
- Eckstein H., Ringleb P., Allenberg J., Berger J., Fraedrich G., Hacke W. et al. Results of the Stent-Protected Angioplasty versus Carotid Endarterectomy (SPACE) study to treat symptomatic stenoses at 2 years: a multinational, prospective, randomised trial. *Lancet Neurol.* 2008; 7: 893–902. DOI: 10.1016/S1474-4422(08)70196-0

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.136.7-007.271-089

# Оценка безопасности стентирования у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами почечных артерий и нарушением почечной функции

В.А. Соловьёв⊠, Н.Г. Авдонина, М.А. Чернявский, Н.В. Сусанин

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

Авдонина Наталья Георгиевна, науч. сотр., врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-4392-5121 Чернявский Михаил Александрович, д-р мед. наук, заведующий научно-исследовательским отделом сосудистой и интервенционной хирургии научно-исследовательской лаборатории сосудистой и гибридной хирургии Института сердца и сосудов, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-1214-0150

**Сусанин Николай Викторович,** мл. науч. сотр., врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8374-1503

### Резюме

**Цель** – оценить безопасность эндоваскулярного лечения больных с атеросклеротическим поражением почечных артерий.

Материал и методы. Представлен опыт эндоваскулярного лечения 130 пациентов с атеросклеротическим поражением почечных артерий, направленных на плановое стентирование почечных артерий в период с 2014 по 2021 г. Критерии включения: наличие гемодинамически значимого стеноза почечных артерий по данным дуплексного сканирования при хронической почечной недостаточности. Критерии исключения: гемодинамически значимые стенозы при отсутствии хронической почечной недостаточности, а также выраженная нефропатия. Основные конечные точки: трехдневный количественный прирост концентрации креатинина с оценкой скорости клубочковой фильтрации, а также совокупная частота неблагоприятных событий.

**Результаты.** Малые осложнения при трансфеморальном доступе в виде образования пульсирующей гематомы встречались в 2,3% случаев, из которых 1,5% возникли в случае мануального гемостаза и 0,8% – при использовании систем закрытия пункционного отверстия. Послеоперационные гематомы места пункции встречались чаще – в 7,7% наблюдений. Большое осложнение в виде массивного кровотечения отмечено лишь однажды (0,7%). Уровень креатинина через 48 ч после выполнения процедуры в среднем снизился со 126,3 (медиана 118,0 мкмоль/л) до 119,5 мкмоль/л (медиана 113,5 мкмоль/л) (на 5,3%), а средняя скорость клубочковой фильтрации, напротив, увеличилась с 52,95 до 54,11 мл/мин/1,73 м² (на 2,2%). Значимый прирост уровня креатинина с 134,0 до 234,7 мкмоль/л (через 72 ч после исследования) наблюдался лишь в 1 (0,8%) случае.

**Заключение.** Опыт нашего центра показывает, что эндоваскулярные методы лечения при атеросклеротическом поражении почечных артерий являются безопасными. Однако такой успех обусловлен строгим следованием алгоритмам отбора и периоперационного ведения больных, а также аккуратным обращением с проводником и тщательным контролем за состоянием пациентов в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** стеноз почечной артерии, стентирование почечной артерии, хроническая болезнь почек, атеросклероз, контраст-индуцированная нефропатия

**Для цитирования:** Соловьёв В.А., Авдонина Н.Г., Чернявский М.А., Сусанин Н.В. Оценка безопасности стентирования у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами почечных артерий и нарушением почечной функции. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 246–51. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-246-251

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

Поступила 21.06.2022 Принята к печати 02.08.2022

# Estimation of the safety of stenting in patients with hemodynamically significant renal artery stenosis and renal function disorder

V.A. Solov'ev<sup>⊠</sup>, N.G. Avdonina, M.A. Chernyavskiy, N.V. Susanin

National Medical Research Center named after V.A. Almazov, St. Petersburg, Russian Federation

Vitaliy A. Solov'ev, Junior Researcher; orcid.org/0000-0003-1631-2423, e-mail: Solovev VA@almazovcentre.ru

Natal'ya G. Avdonina, Researcher, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-4392-5121

Mikhail A. Chernyavskiy, Dr. Med. Sci., Head of the Department, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1214-0150

Nikolay V. Susanin, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8374-1503

#### Abstract

**Target** – to evaluate the safety of endovascular treatment of patients with renal artery atherosclerosis.

**Material and methods.** The study presents the experience of endovascular treatment of 130 patients with renal artery atherosclerosis, who were recommended elective surgical treatment – renal artery stenting in the period from 2014 to 2021. Inclusion criteria: the presence of hemodynamically significant stenosis of the renal arteries according to duplex scanning data in the presence of chronic renal failure. Exclusion criteria: hemodynamically significant stenoses in the absence of chronic renal failure, as well as severe nephropathy. Primary endpoints: three-day quantitative increase in creatinine with an assessment of the level of glomerular filtration rate, as well as the cumulative frequency of adverse events.

**Results.** Minor complications with transfemoral access in the form of formation of a false aneurysm occurred in 2.3% of cases, of which 1.5% with manual hemostasis and 0.8% with the use of systems for closing the puncture hole. Postoperative hematomas of the puncture site were more common – 7.7%. A major complication in the form of massive bleeding occurred only once (0.7%). Creatinine level 48 hours after the procedure decreased on average from 126.3 (median 118.0  $\mu$ mol/l) to 119.5  $\mu$ mol/l (median 113.5  $\mu$ mol/l) (to 5.3%), while the average level of glometular filtration rate, on the contrary, increased from 52.95 to 54.1 ml/min/1.73 m² (to 2.2%). A significant increase in creatinine from 134.0 to 234.7  $\mu$ mol/l (72 hours after the study) was observed only in 1 (0.8%) case.

**Conclusion.** The experience of our center shows that endovascular treatments for atherosclerotic lesions of the renal arteries are safe interventions. However, such success is due to strict adherence to algorithms for the selection and perioperative management of patients, as well as careful handling of the conductor and close monitoring of patients in the postoperative period.

**Keywords:** renal artery stenosis, renal artery stenting, chronic kidney disease, atherosclerosis, contrast-induced nephropathy

**For citation:** Solov'ev V.A., Avdonina N.G., Chernyavskiy M.A., Susanin N.V. Estimation of the safety of stenting in patients with hemodynamically significant renal artery stenosis and renal function disorder. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 246–51 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-246-251

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

Received June 21, 2022 Accepted August 2, 2022

#### Введение

Современные тенденции развития сердечнососудистой хирургии, направленные на снижение травматичности при оперативном лечении пациентов с заболеваниями висцеральных артерий, обусловливают стремительное внедрение в хирургическую практику малоинвазивных методов лечения. Эндоваскулярное лечение у пациентов со стенозами почечных артерий (СПА) широко используется в хирургической практике более 30 лет [1]. За это время доказана его эффективность в многочисленных исследованиях: 100% технический успех и малое количество рестенозов после стентирования [2]. Частота рестенозов при изолированной баллонной ангиопластике остается высокой, особенно при устьевых поражениях ПА вследствие протрузии атероскеротической бляшки из аорты. Кроме того, все чаще появляются данные о большом количестве периоперационных осложнений и операционной летальности [3]. Следует отметить, что с увеличением частоты эндоваскулярных вмешательств закономерно увеличилась и частота неблагоприятных событий, связанных как с са-

мой процедурой стентирования, так и с развитием контраст-индуцированных нефропатий (КИН). В связи с этим отчетливо прослеживается тенденция к отказу от привычной хирургической тактики реваскуляризации при стенозах почечных артерий в пользу интервенционных технологий. Так, к 2026 г. в США ожидается увеличение частоты выполнения эндоваскулярных методов лечения сосудистой патологии до 75-90%, в частности стенозов почечных артерий – до 85–90% от общего числа оперативных вмешательств [4]. Такая тенденция обусловлена меньшей травматичностью операций, сокращением продолжительности госпитализации, сохранением трудоспособности пациентов сразу после оперативного лечения, соответствием мировым тенденциям и сокращением рисков осложнений. Однако эндоваскулярные вмешательства не лишены недостатков. По данным наиболее крупных одноцентровых исследований, у 3% пациентов развиваются серьезные осложнения, связанные с проведением процедуры, а у 10% больных отмечаются осложнения, связанные с введением контрастных препаратов в виде контраст-индуцированных нефропатий.

#### Материал и методы

На этапе амбулаторного предварительного обследования для решения вопроса о проведении реваскуляризации почечных артерий, на основании динамического изменения данных дуплексного сканирования почечных артерий и лабораторных показателей почечной функции за 6 мес принималось решение о необходимости выполнения ангиопластики со стентированием. У пациентов с гемодинамически значимыми стенозами, при скорости клубочковой фильтрации (СК $\Phi$ ) выше 60 мл/мин/1,73м<sup>2</sup> и без прогрессирования снижения функции почек, а также у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами, но с выраженной нефропатией вследствие паренхиматозных изменений в почках методом выбора являлась оптимальная медикаментозная терапия.

В исследование были включены 130 пациентов как с односторонними гемодинамически значимыми стенозами почечных артерий, так и с двусторонними, при наличии сопутствующей хронической болезни почек 3A стадии и выше, с прогрессирующим снижением функции почек, а также пациенты с гемодинамически значимым стенозом артерий в единственной почке.

После прохождения амбулаторного отбора, в рамках предоперационной подготовки всем пациентам проводилось комплексное клиниколабораторное обследование, включавшее клинический анализ крови, общий биохимический анализ крови, общий анализ мочи, определение уровня креатинина крови и скорости клубочковой фильтрации.

Показания для стентирования определялись согласно консенсусу Американского общества сердечно-сосудистой ангиографии и интервенции SCAI 2014 г. и европейским рекомендациям [5, 6]. К клиническим состояниям, при которых было показано стентирование ПА, относились гемодинамически значимые СПА: 1) в сочетании со злокачественной, прогрессирующей, резистентной к консервативной терапии артериальной гипертензией (при отсутствии эффекта от максимально переносимых доз минимум трех антигипертензивных препаратов либо при непереносимости базисных антигипертензивных препаратов); 2) в сочетании с рецидивирующей сердечной недостаточностью при сохранной функции левого желудочка, внезапным отеком легких или острым коронарным синдромом; 3) в сочетании с хронической болезнью почек (ХБП) III Б стадии и выше; 4) при наличии единственной функционирующей почки.

Основной конечной точкой стал трехдневный количественный прирост уровня креатинина с оценкой скорости клубочковой фильтрации, а также совокупная частота развития КИН и неблагоприятных событий, включающих как малые осложнения в виде развития ложных аневризм, диссекций интимы, гематомы места пункции магистральных артерий, так и большие осложнения: эмболии, забрюшинные гематомы, а также массивные кровотечения, требующие повторных вмешательств, летальный исход.

Важно отметить, что оценка скорости клубочковой фильтрации (СКФ) осуществлялась по формуле MDRD, а не по методу Кокрофта—Голта в связи с большей специфичностью для пациентов с нарушенной функцией почек, в том числе благодаря учету канальцевой секреции.

На стационарном этапе лечения пациентам была выполнена баллонная ангиопластика со стентированием почечных артерий. При этом гемодинамически значимый двусторонний стеноз был верифицирован при помощи селективной почечной ангиографии у 33% больных, тогда как одностороннее поражение наблюдалось у 67% пациентов. Почти в полтора раза чаще стеноз почечных артерий выявлялся у пациентов мужского пола, что сопоставимо с данным мировой и отечественной литературы [7, 8]. Характеристика пациентов представлена в таблице.

#### Характеристика пациентов

Показатель	Число пациентов	
	n	%
Число пациентов женского/мужского пола	47/83	36,2/63,8
Средний возраст, лет	64 (от 47 до 81)	
Сопутствующая патология: гипертоническая болезнь ИБС (инфаркт миокарда/	125	96,2
реваскуляризация миокарда в анамнезе, стенокардия)	70	53,8
сахарный диабет 2 типа	23	17,7
хроническая СН	21	16,2
ОНМК в анамнезе	17	13,1
Стадия ХБП:		
3A	47	36,2
3Б	56	43,1
4	27	20,7

Перед проведением стентирования проводилась премедикация, включающая пероральный прием ацетилсалициловой кислоты (АСК) или клопидогрела в дозировке 325 и 300 мг, соответственно.

У всех пациентов соблюдали стандартные протоколы предоперационной подготовки в виде контроля клинического анализа крови, общего анализа мочи, коагулограммы, группы крови, протокола эхокардиографии, рентгенографии органов грудной клетки, фиброгастродуоденоскопии. Однако с учетом повышенного риска развития контраст-индуцированной нефропатии периоперационно пациенты получали непрерывную внутривенную инфузию изотонического физиологического раствора со скоростью 1,5 мл/кг/ч (за 6 ч до выполнения процедуры и в течение 6 ч после стентирования). Кроме того, интраоперационно с целью минимизации нефротоксического действия контрастных веществ применялся разбавленный изотоническим физиологическим раствором в соотношениии 1:1 раствор Омнипак-300.

Среди 130 пациентов хроническая сердечная недостаточность (ХСН) II функционального класса (ФК) встречалась в 13,8% случаев, ХСН III ФК — в 2,3% случаев, в связи с чем на этапе предоперационной подготовки введение инфузии изотонического физиологического раствора ограничивалось, а интраоперационно проводилось из расчета 1 мл/кг/ч, а в послеоперационном периоде — 0,75 мл/кг/ч в течение 4 ч.

Кроме того, интраоперационно все пациенты получали гепарин в расчете 100 ЕД/кг массы тела для поддержания активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ) на уровне более 180 с.

Стентирование почечных артерий проводилось по стандартной методике [9]. Для селек-

тивной катетеризации использовались проводники 0,014", предилатация ПА выполнялась с помощью баллонных катетеров диаметром 4,0-6,0 мм, позиционирование стента проводилось с расчетом, чтобы он на 1-2 мм выходил в просвет аорты для полного охвата атеросклеротической бляшки (см. рисунок).

В послеоперационном периоде все пациенты продолжали постоянный ежедневный пероральный прием ацетилсалициловой кислоты (АСК) и клопидогрела в дозировке 75 мг на протяжении 3 мес. Лабораторный контроль креатинина и СКФ (MDRD) осуществлялся на 1-е и 3-и сутки. Дуплексное сканирование почечных артерий проводилось в интервале от 5 до 14 сут, далее через 3 мес и каждые последующие 6 мес.

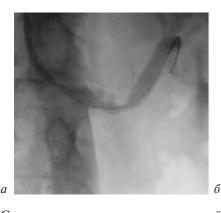
#### Результаты

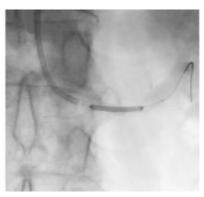
Диагноз КИН, определяемый увеличением уровня креатинина сыворотки на 25% или более в течение 48 ч после введения рентгенологического контрастного вещества [10, 11], был установлен у 12 (9,2%) пациентов.

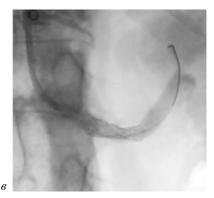
Малые осложнения при трансфеморальном доступе в виде образования ложной аневризмы встречались в 3 (2,3%) случаях, из которых (2,5%) возникли при мануальном гемостазе и в 1 (0,8%) случае — при использовании систем закрытия пункционного отверстия диаметром 6F. Послеоперационные гематомы места пункции встречались чаще — в (7,7%) случаях, но полностью регрессировали в течение (7,2%) случаях.

Большое осложнение в виде массивного кровотечения, которое привело к повторному хирургическому вмешательству, встретилось лишь однажды (0.8%) и не повлекло за собой летального исхода.

В послеоперационном периоде исследовался трехдневный количественный прирост уровня







Селективная катетеризация стволовой артерии левой почечной артерии (a); позиционирование стента в устье левой почечной артерии (b); раскрытый стент в устье левой почечной артерии (b)

креатинина с оценкой скорости клубочковой фильтрации. Так, уровень креатинина через 48 ч после выполнения процедуры в среднем снизился со 126,26 (медиана 118,0 мкмоль/л) до 119,54 мкмоль/л (медиана 113,5 мкмоль/л) (на 5,3%), а средняя СКФ, наоборот, увеличилась с 52,95 до 54,11 мл/мин/1,73 м² (на 2,2%), что схоже с данными мировой литературы [12].

В ряде случаев при небрежном обращении с проводником у пациентов встречается атероэмболия, проявляющаяся приростом уровня креатинина сыворотки в отсроченном периоде (более 48 ч после процедуры) и транзиторной эозинофилией. Среди всех обследуемых значимый прирост уровня креатинина с 134,0 до 234,7 мкмоль/л (через 72 ч после исследования) в отсроченном периоде в сочетании с эозинофилией наблюдался лишь в 1 (0,8%) случае и нормализовался (122,3 мкмоль/л) к 5-м суткам на фоне инфузионной терапии изотоническим физиологическим раствором в сочетании с ацетилцистеином, эффект которого был подтвержден в рандомизированных исследованиях [13]. Режим дозирования перорального ацетилцистеина составил 600 мг перед стентированием и 600 мг 2 раза в сутки в течение 3 дней после операции.

#### Обсуждение

Несмотря на соблюдение стандартных протоколов предоперационной подготовки, в группах высокого риска, включающих пациентов с ХБП, риск КИН может быть выше. В связи с этим для профилактики развития данного осложнения рекомендуется проводить периоперационную инфузионную терапию и терапию ацетилцистеином, а также минимизировать объем и концентрацию вводимых контрастных препаратов. По данным наиболее крупных одноцентровых исследований, частота развития малых и больших осложнений составляет от 3 до 15% [14, 15]. При этом при трансбрахиальном доступе частота появления гематом места пункции достигает 15%, ложных аневризм -3%, окклюзии плечевой артерии – 2%. Лучшие данные отмечались при оценке систем закрытия пункционного отверстия и выборе трансфеморального доступа: совокупная частота больших и малых осложнений составила 9,1%, а технический успех функционирования систем закрытия пункционного отверстия — 96,4% [16].

Частота развития КИН, связанной с проведением процедуры стентирования почечных ар-

терий, варьирует в широком диапазоне от 0 до 24% и обусловлена различиями в определении понятия КИН, факторах риска, виде используемого контрастного препарата, а также другими потенциальными причинами почечной недостаточности [17].

В нашем исследовании общая частота развития осложнений, связанных с проведением эндоваскулярной реваскуляризации почечных артерий, составила 11,1% в виде больших и малых осложнений и 9,2% — в виде развития КИН. При этом технический успех процедуры был достигнут в 100% случаев. Полученные результаты показывают безопасность проведения ангиопластики со стентированием у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами почечных артерий, поэтому данный метод реваскуляризации следует рассматривать как основной метод лечения пациентов с атеросклеротическим поражением почечных артерий.

#### Заключение

Таким образом, доказана безопасность метода реваскуляризации — ангиопластики со стентированием — при атеросклеротическом поражении почечных артерий, благодаря чему можно сделать вывод о существенном техническом успехе и отсутствии периоперационных осложнений при строгом соблюдении алгоритмов ведения пациентов, бережном обращении с проводником и тщательном контроле за состонияем пациентов в послеоперационном периоде.

#### Литература/References

- Steichen O., Amar L., Plouin P.-F. Primary stenting for atherosclerotic renal artery stenosis. *J. Vasc. Surg.* 2010; 51 (6): 1574–80. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.02.011
- Prince M., Tafur J.D., White C.J. When and how should we revascularize patients with atherosclerotic renal artery stenosis? ACC Cardiovasc. Interv. 2019; 12 (6): 505–17. DOI: 10.1016/ i.jcin.2018.10.023
- 3. Rocha-Singh K., Jaff M., Rosenfield K. Evaluation of the safety and effectiveness of renal artery stenting after unsuccessful balloon angioplasty: the ASPIRE-2 study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 46 (5): 776–83. DOI: 10.1016/j.jacc.2004.11.073
- Eckstein H.-H. Open vs endovascular surgery: current status. Chirurg. 2007; 78 (7): 581–2. DOI: 10.1007/s00104-007-1380-y
- Рекомендации ЕОК/ЕОСХ по диагностике и лечению заболеваний периферических артерий 2017. Российский кардиологический журнал. 2018; 8: 164—221. DOI: 10.15829/ 1560-4071-2018-8-164-221
  - 2017 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Russian Journal of Cardiology.* 2018; 8: 164–221 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2018-8-164-221
- Parikh S., Shishehbor M., Gray B., White Ch. J., Jaff M.R. SCAI expert consensus statement for renal artery stenting

- appropriate use. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2014; 84: 1163–71. DOI: 10.1002/ccd.25559
- Cooper C., Murphy T., Cutlip D., Jamerson K., Henrich W., Reid D.M. et al. Stenting and medical therapy for atherosclerotic renal-artery stenosis. *Engl. J. Med.* 2014; 370 (1): 13–22. DOI: 10.1056/NEJMoa1310753
- Шилов Е.М., Батюшин М.М. Клинические рекомендации по диагностике и лечению реноваскулярной гипертензии и ишемической болезни почек. М.; 2016.
   Shilov E.M., Batyushin M.M. Clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of renovascular hypertension and ischemic kidney disease. Moscow; 2016 (in Russ.).
- Schneider A.P. Endovascular skills guidewire and catheter skills for endovascular surgery. 4th ed. 2019; 408–16.
- Zhang F., Lu Z., Wang F. Advances in the pathogenesis and prevention of contrast-induced nephropathy. *Life Sci.* 2020; 259: 118–379. DOI: 10.1016/j.lfs.2020.118379
- Santos R., Malvar B., Silva R., Ramalho V., Pessegueiro P., Amoedo M. et al. Contrast-induced nephropathy. *Acta Med. Port.* 2011; 24 (5): 809–20.
- Zeller T., Rastan A., Scharzwälder U., Mcller Ch., Frank U., Bürgelin K. et al. Regression of left ventricular hypertrophy fol-

- lowing sten-ting of renal artery stenosis. *J. Endovasc. Ther.* 2007; 14: 189–97. DOI: 10.1177/152660280701400211
- Marenzi G., Assanelli E., Marana I., Gianfranco L.G., Campodonico J., Grazi M. et al. N-acetylcysteine and contrast-induced nephropathy in primary angioplasty. N. Engl. J. Med. 2006; 354 (26): 2773–82. DOI: 10.1056/NEJMoa 054209
- Treitl K.M., König C., Reiser M.F., Treitl M. Complications of transbrachial arterial access for peripheral endovascular interventions. *J. Endovasc. Ther.* 2015; 22 (1): 63–70. DOI: 10.1177/1526602814564363
- Franz R.W., Tanga Ch.F., Herrmann J.W. Treatment of peripheral arterial disease via percutaneous brachial artery access. *J. Vasc. Surg.* 2017; 66 (2): 461–5. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.01.050
- Nuis R.-J., Wood D., Kroon H., van Wiechen M., Bigelow D., Buller Ch. et al. Frequency, impact and predictors of access complications with plug-based large-bore arteriotomy closure – a patient level meta-analysis. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2021; S1553-8389(21)00102-0. DOI: 10.1016/j.carrev.2021.02.017
- Hossain M.A., Costanzo E., Saudi J.C. Contrast-induced nephropathy: Pathophysiology, risk factors, and prevention. *J. Kidney Dis. Transpl.* 2018; 29 (1): 1–9. DOI: 10.4103/1319-2442.225199

#### Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.132.2-089-819.5

# Успешное чрескожное коронарное вмешательство с применением методов моментального резерва кровотока и внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациента, перенесшего ранее стентирование, без ангиографически значимого поражения коронарных артерий

А.Я. Новак $^1$ , Н.Н. Мелешенко $^1$ , Л.Г. Гёлецян $^1$ , Ю.М. Навалиев $^{1 \bowtie}$ , М.Н. Вахромеева $^2$ , А.Ю. Вахрамеева $^2$ , Б.Г. Алекян $^1$ 

**Новак Александр Ярославович,** рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0003-2442-7415 **Мелешенко Николай Николаевич,** рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-4204-1092 **Гёлецян Лилит Генриковна,** врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-4023-4317

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

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

#### Резюме

Коронарография у подавляющего большинства пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) является «золотым стандартом» диагностики поражения коронарного русла. Однако в настоящее время анатомический подход сменен физиологическим, так как не всегда процент сужения артерий по данным коронарографии отражает гемодинамическую значимость стеноза. Результатом изучения степени недостаточности коронарного кровотока стала разработка такого метода, как измерение фракционного резерва кровотока. Поскольку применение данного метода сопровождается использованием вазодилататоров, что имеет ряд недостатков, дальнейшим развитием стало появление метода измерения моментального резерва кровотока, определяющего отношение давления дистальнее участка стеноза и давления в аорте в «безволновой» период без использования вазодилатирующих препаратов. Обе методики инвазивной верификации ишемии миокарда, согласно данным Европейского общества кардиологов (ESC), имеют класс рекомендаций I и уровень доказательности А. Примером важности оценки функциональной значимости стенозов коронарных артерий является данный клинический случай, в котором у пациента с длительным анамнезом ИБС применение методов физиологической оценки тяжести сужений коронарных артерий и внутрисосудистого ультразвукового исследования позволили оптимизировать результаты реваскуляризации миокарда.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, чрескожное коронарное вмешательство, коронарография, гемодинамика, рестеноз коронарных артерий, инвазивные методы диагностики, неинвазивные методы диагностики, моментальный резерв кровотока, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, сцинтиграфия миокарда

**Для цитирования:** Новак А.Я., Мелешенко Н.Н., Гёлецян Л.Г., Навалиев Ю.М., Вахромеева М.Н., Вахрамеева А.Ю., Алекян Б.Г. Успешное чрескожное коронарное вмешательство с применением методов моментального резерва кровотока и внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациента, перенесшего ранее стентирование, без ангиографически значимого поражения коронарных артерий. Эндоваскулярная хирургия. 2022; 9 (3): 252–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-252-259

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

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

# Successful percutaneous coronary intervention using instantaneous wave-free ratio and intravascular ultrasound in a patient previously undergoing stenting without angiographic coronary stenosis

A.Ya. Novak<sup>1</sup>, N.N. Meleshenko<sup>1</sup>, L.G. Geletsyan<sup>1</sup>, Yu.M. Navaliev<sup>1 $\bowtie$ </sup>, M.N. Vakhromeeva<sup>2</sup>, A.Yu. Vakhrameeva<sup>2</sup>, B.G. Alekyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

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

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

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

☑ Yuzbeg M. Navaliev, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-1401-6746, e-mail: uzbeg94@mail.ru

Margarita N. Vakhromeeva, Dr. Biol. Sci., Professor, Head of Department; orcid.org/0000-0002-2268-6969

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

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

#### **Abstract**

Coronary angiography is the gold standard in the diagnosis of coronary artery disease in the majority of patients. However, the anatomical assessment has been recently replaced with physiological one, as the last allows defining hemodynamically significant coronary artery stenosis. Fractional flow reserve has emerged as a diagnostic tool to evaluate the impairment of coronary blood flow. Since it requires the use of vasodilators and is associated with a number of limitations, the instantaneous wave-free ratio (iFR) has been developed to cover this gap. The iFR is a vasodilator-free method measuring the ratio of distal coronary pressure to the pressure observed in the aorta in the wave-free period. The European Society of Cardiology (ESC) recommends using both methods for invasive verification of myocardial ischemia (class I, level of evidence A). We report a clinical case of invasive physiological assessment and intravascular ultrasound that allowed optimizing myocardial revascularization results in a patient with coronary artery disease.

**Keywords:** coronary artery disease, percutaneous coronary intervention, coronary angiography, hemodynamics, coronary restenosis, invasive diagnostic methods, non-invasive diagnostic methods, instantaneous wave-free ratio, intravascular ultrasound, myocardial perfusion imaging

**For citation:** Novak A.Ya., Meleshenko N.N., Geletsyan L.G., Navaliev Yu.M., Vakhromeeva M.N., Vakhrameeva A.Yu., Alekyan B.G. Successful percutaneous coronary intervention using instantaneous wave-free ratio and intravascular ultrasound in a patient previously undergoing stenting without angiographic coronary stenosis. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 252–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-252-259

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

Received July 19, 2022 Accepted August 12, 2022

#### Введение

Селективная коронарография в настоящее время остается важнейшим методом визуализации, позволяющим определить наличие стенозирующего поражения коронарных артерий [1]. На основании результатов коронарографии можно судить об анатомических особенностях строения артерий, в то время как функциональные параметры коронарного кровотока остаются неизвестными [2—6].

Между ангиографической выраженностью и функциональной значимостью стенозов коронарных артерий возможны расхождения, связанные, вероятно, со сниженной разрешающей способностью ангиографии в ранее стентиро-

ванных венечных артериях. Это способствовало разработке и внедрению в клиническую практику таких инвазивных методов диагностики, как внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ), измерение фракционного (ФРК) и моментального (МРК) резервов кровотока [7–10]. Большое количество многоцентровых исследований было проведено с целью определения точности и специфичности данных методов диагностики, сравнения одного метода с другим и их комбинаций [11-14]. Однако во всех исследованиях оценке функциональной значимости поражений подвергались только те коронарные артерии, которые по данным коронарографии имели видимый хирургу участок стеноза. Эти методы широко применяются в со-

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> National Medical and Surgical Center after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

временной клинической практике и, несомненно, помогают в интерпретации поражений коронарных артерий.

Поэтому у пациентов при сохраняющихся жалобах и отсутствии клинического улучшения от предшествовавших чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) следует выполнять дополнительные неинвазивные и инвазивные диагностические процедуры с оценкой функциональной недостаточности коронарного кровотока [1, 15], что подтверждает наш клинический случай.

#### Описание клинического случая

Пациент М., 73 лет, с длительным анамнезом ИБС, перенес в июне 2000 г. острый инфаркт миокарда заднебоковой стенки, в связи с чем было выполнено стентирование правой коронарной артерии (ПКА). В сентябре 2000 г. в связи с положительной стресс-пробой больному проведена транслюминальная баллонная ангиопластика ПКА с положительным эффектом (в связи с давностью вмешательства характеристика и марка баллона неизвестны). В последующем пациент чувствовал себя удовлетворительно, жалоб не предъявлял. При плановом выполнении коронарографии в 2009 г. выявлены субокклюзия передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) в средней трети и стеноз ветви тупого края (ВТК) до 80%, в связи с чем пациенту поэтапно выполнены ЧКВ ПМЖВ (3 стента Xience, Abbott, США) и ВТК (2 стента Xience, Abbott, США).

С 2009 по 2021 г. пациент жалоб не предъявлял, у кардиолога не наблюдался.

С февраля 2021 г., после перенесенного COVID-19, отмечен возврат клинической картины стенокардии: одышка и дискомфорт в грудной клетке при умеренных физических нагрузках. В марте 2021 г. пациент был госпитализирован в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, выполнена коронарография, по данным которой ранее имплантированные стенты в ПМЖВ, ВТК и ПКА проходимы, без признаков тромбоза и значимого рестеноза. Определялся только рестеноз 55% ранее имплантированного стента в средней трети ПКА при правом типе кровоснабжения миокарда. С целью определения значимости данного стенотического поражения было выполнено измерение моментального резерва кровотока ПКА. Показатель МРК составил 0,86, в связи с чем выполнено рестентирование передней и средней третей ПКА стентом с лекарственным покрытием Promus Premier  $2,75 \times 24$  мм (Boston Scientific, США).

Однако, несмотря на проведенное лечение, пациент отмечал постепенное снижение толерантности к физическим нагрузкам. В связи с этим в ноябре 2021 г. была выполнена стресспроба: синхронизированная с ЭКГ однофотонная эмиссионная компьютерная томография (синхро-ОФЭКТ) миокарда ЛЖ. Проба была прекращена при нагрузке 75 Вт из-за возникших давящих болей за грудиной. На ЭКГ достоверно оценить ишемическую динамику не представлялось возможным вследствие длительно существующей полной блокады левой ножки пучка Гиса. На перфузионных полярных диаграммах миокарда ЛЖ (рис. 1) при нагрузке и в покое визуализировался частично обратимый дефект перфузии в области верхушки, передней стенки (верхушечные и средние сегменты) с распространением на переднюю часть межжелудочковой перегородки (МЖП), соответствующий рубцовым изменениям с признаками выраженной стресс-индуцированной ишемии по всем указанным миокардиальным сегментам. Зона ишемии составила 15%. Показатель SSS (summed stress score), отражающий степень снижения перфузии при нагрузке, составил 14 баллов (при норме до 4 баллов). Показатель SDS (summed difference score), отражающий степень выраженности ишемии, достигал 11 баллов (при отсутствии ишемии – не более 2 баллов). Вероятный бассейн поражения передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии.

В декабре 2021 г. пациент был повторно госпитализирован в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского», где ему была выполнена коронарография, по данным которой ангиографически значимых стенозов артерий, в том числе значимых рестенозов в ранее стентированных участках, не выявлено.

Однако, учитывая клиническую картину и наличие значимой (более 10%) зоны стрессиндуцированной ишемии миокарда в бассейне кровоснабжения ПМЖВ по данным синхро-ОФЭКТ, приняли решение об использовании дополнительных диагностических методов визуализации. Пациенту было выполнено измерение МРК ПМЖВ. Датчик для измерения проведен в дистальной трети ПМЖВ, среднее значение МРК при трехкратном измерении составил 0,86, что указывало на необходимость реваску-

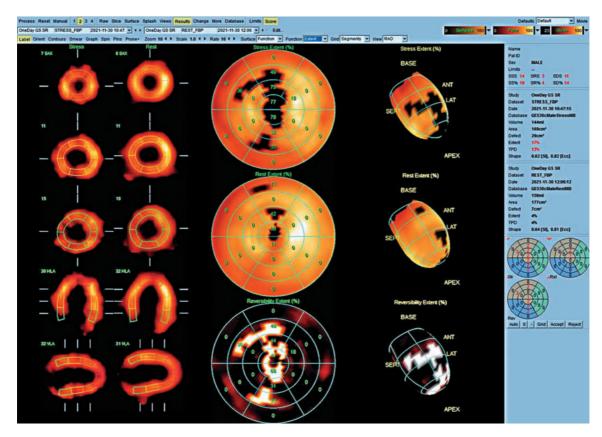


Рис. 1. Синхро-ОФЭКТ миокарда левого желудочка до стентирования

ляризации данной артерии, несмотря на отсутствие стенозов во всех ангиографических проекциях (рис. 2).

Для визуализации зоны интереса в средней и дистальной третях ПМЖВ было выполнено ВСУЗИ и выявлен участок рестеноза 80%

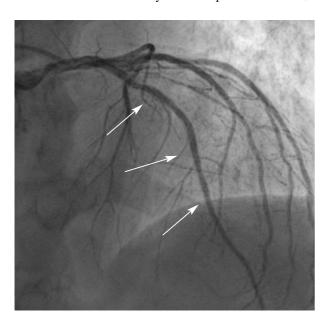


Рис. 2. Ангиография левой коронарной артерии. Стрелками указана зона стентированного сегмента ПМЖВ без ангиографически значимого поражения

в средней трети ПМЖВ, диаметр остаточного просвета артерии составил 1,3 мм, дистальнее в средней трети определялось неполное раскрытие ранее имплантированного стента (рис. 3, 4).

На рисунке 5 отображается ВСУЗИ-картина рестенозированного участка средней трети ПМЖВ; на рисунке 6 — ВСУЗИ-картина неполного раскрытия дистальной части ранее имплантированного стента средней трети передней межжелудочковой ветви.

В связи с выявленными изменениями было выполнено рестентирование средней трети ПМЖВ: стент с лекарственным покрытием Promus Premier  $2,75\times28$  мм (Boston Scientific, США) позиционирован и имплантирован с захватом зоны рестеноза и дистально расположенного участка с недораскрытым стентом (14 атм.) с последующей оптимизацией баллонным катетером  $2,75\times28$  мм (18 атм.) и постдилатацией  $3,0\times15$  мм (20 атм.), в частности участка с неполным раскрытием стента (рис. 7).

На контрольной коронарографии и ВСУЗИ отмечено, что стент раскрыт полностью, диссекции, компрометации боковых ветвей, дистальной эмболии, экстравазации контрастного вещества нет (рис. 8, 9).

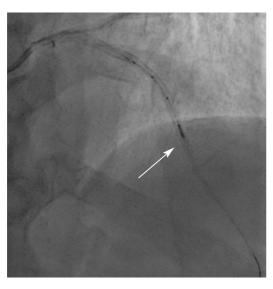


Рис. 3. Участок 80% рестеноза (указан стрелкой)

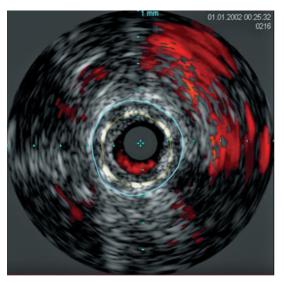


Рис. 5. Внутрисосудистое УЗИ, участок рестеноза стента  $\Pi M \mathcal{K} B$ 

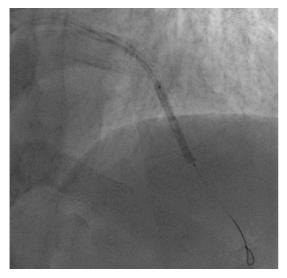


Рис. 7. Рестентирование ПМЖВ

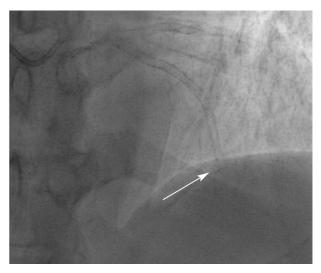


Рис. 4. Участок неполного раскрытия стента (указан стрелкой)

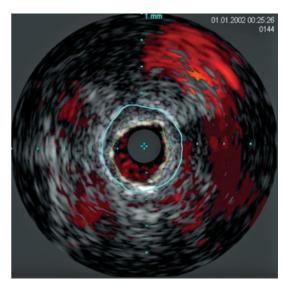


Рис. 6. Внутрисосудистое УЗИ, участок неполного раскрытия стента ПМЖВ

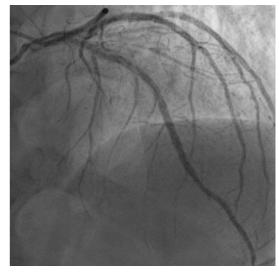


Рис. 8. Контрольная коронарография после стентирования ПМЖВ

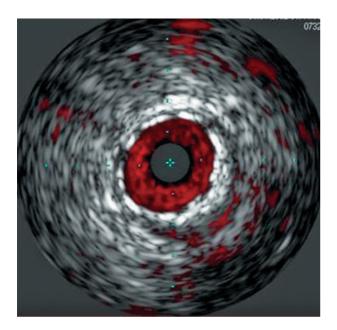


Рис. 9. Внутрисосудистое УЗИ, участок рестентирования ПМЖВ

При контрольном трехкратном измерении МРК в дистальной трети ПМЖВ среднее значение составило 0,98, что свидетельствует о физиологически успешной реваскуляризации миокарда. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, пациент отмечал

улучшение самочувствия, возросла толерантность к нагрузкам, и он был выписан из клиники на 2-е сутки после операции.

Спустя 2 нед после чрескожного коронарного вмешательства было выполнено контрольное исследование — синхро-ОФЭКТ миокарда ЛЖ (рис. 10), на которой отмечалась выраженная положительная динамика: существенное уменьшение дефекта перфузии при нагрузке в области верхушки, передней стенки, передней части МЖП. Сцинтиграфических признаков стрессиндуцированной ишемии миокарда ЛЖ не выявлено (SSS — 2 балла, SDS — 2 балла).

#### Обсуждение

За последнее десятилетие доказана значимость крупных рандомизированных исследований по инвазивным методам визуализации (ОКТ и ВСУЗИ) и определению функциональной значимости сужения коронарных артерий (МРК, ФРК), что позволило включить эти показатели в российские и западные клинические рекомендации и радикально изменить стратегию реваскуляризации миокарда [14, 16].

Данный клинический случай подтверждает необходимость применения неинвазивных методов верификации ишемии миокарда при на-

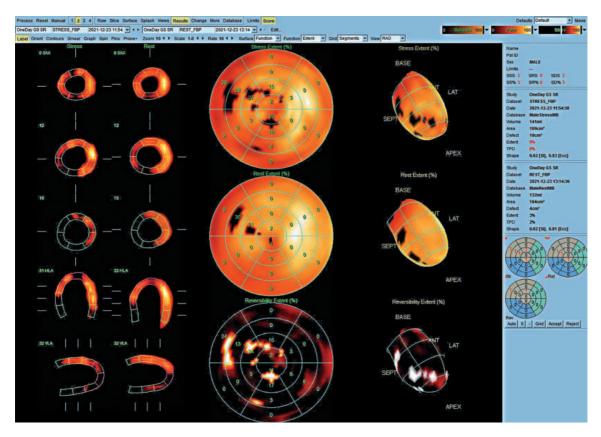


Рис. 10. Синхро-ОФЭКТ миокарда ЛЖ после стентирования

личии клинической картины стабильной стенокардии, таких как синхро-ОФЭКТ. Только визуальная оценка поражений коронарных артерий по данным коронарографии может привести как к неполной реваскуляризации миокарда, так и к необоснованному выполнению вмешательства [15].

Современными инвазивными методами диагностики поражения коронарных артерий (ОКТ, ВСУЗИ, МРК, ФРК) следует дополнять коронарографию как при пограничных сужениях коронарных артерий (от 50 до 89%), так и при наличии доказанной неинвазивными диагностическими методами ишемии у пациента без визуально обструктивного поражения коронарных артерий.

Считаем, что такой комплексный подход к диагностике пациентов со стабильной ИБС позволит улучшить как госпитальные, так и отдаленные результаты лечения.

#### Заключение

Данный клинический случай доказывает, что у больных после ангиографически успешного стентирования коронарных артерий и при сохранении клинической картины стенокардии необходимо проводить комплексное обследование, включающее сцинтиграфию миокарда, а при выявлении стресс-индуцированной ишемии выполнять дополнительное инвазивное обследование венечного русла, включая методы МРК и ВСУЗИ.

#### Литература/References

- 1. Алекян Б.Г., Стаферов А.В. Селективная коронарография, шунтография и левая вентрикулография. В кн.: Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. В 4-х т. Под ред. Б.Г. Алекяна. Т. 2. Ишемическая болезнь сердца. М.; 2017: 49—93.
  - Alekyan B.G., Staferov A.V. Selective coronary angiography, shuntography and left ventriculography. In: Rentgenendovascular surgery. National guidelines: In 4 vol. Ed. B.G. Alekyan. Vol. 2. Coronary artery disease. Moscow; 2017: 49–93 (in Russ.).
- Topol E.J., Nissen S.E. Our preoccupation with coronary luminology: the dissociation between clinical and angiographic findings in ischemic heart disease. *Circulation*. 1995; 92 (8): 2333–42. DOI: 10.1161/01.CIR.92.8.2333
- Montalescot G., Sechtem U., Achenbach S., Andreotti F., Arden C., Zamorano J.L. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2013; 34 (38): 2949–3003. DOI: 10.1093/eurheartj/eht296

- 4. Fihn S.D., Gardin J.M., Abrams J., Berra K., Blankenship J.C., Dallas A.P. et al. 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/ SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on practice guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. Circulation. 2012; 126 (25): 3097–137. DOI: 10.1161/CIR. 0b013e3182776f83
- Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Zembala M.O. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
- Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C., Bailey S.R., Bittl J.A., Ting H.H. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *Circulation*. 2011; 124 (23): 2574–609. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31823ba622
- De Bruyne B., Pijls N.H., Paulus W.J., Vantrimpont P.J., Sys S.U., Heyndrickx G.R. Transstenotic coronary pressure gradient measurement in humans: in vitro and in vivo evaluation of a new pressure monitoring angioplasty guide wire. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1993; 22 (1): 119–26. DOI: 10.1016/0735-1097(93)90825-1
- Escaned J., Echavarría-Pinto M., Garcia-Garcia H.M., van de Hoef T.P., de Vries T., Kaul P. et al. Prospective assessment of the diagnostic accuracy of instantaneous wave-free ratio to assess coronary stenosis relevance: results of ADVISE II international, multicenter study (ADenosine Vasodilator Independent Stenosis Evaluation II). *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (6): 824–33. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.01.029
- Sen S., Escaned J., Malik I.S., Mikhail G.W., Foale R.A., Mila R. et al. Development and validation of a new adenosineindependent index of stenosis severity from coronary wave – intensity analysis: results of the ADVISE (ADenosine Vasodilator Independent Stenosis Evaluation) study. *J. Am.* Coll. Cardiol. 2012; 59 (15): 1392–402. DOI: 10.1016/j.jacc. 2011.11.003
- Sen S., Asrress K.N., Nijjer S., Petraco R., Malik I.S., Foale R.A. et al. Diagnostic classification of the instantaneous wave-free ratio is equivalent to fractional flow reserve and is not improved with adenosine administration: results of CLARIFY (Classification Accuracy of Pressure-Only Ratios Against Indices Using Flow Study). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61 (13): 1409–20. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.01.034
- Pijls N.H., van Schaardenburgh P., Manoharan G., Boersma E., Bech J. W., van't Veer M. et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (21): 2105–111. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.01.087
- 12. Pijls N.H., Fearon W.F., Tonino P.A., Siebert U., Ikeno F., Bornschein B. et al. FAME Study Investigators. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease: 2-year follow-up of the FAME (Fractional Flow Reserve

Эндоваскулярная хирургия • 2022; 9 (3) DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-252-259

- Versus Angiography for Multivessel Evaluation) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 56 (3): 177–84. DOI: 10.1016/j.jacc. 2010.04.012
- Tonino P.A., Fearon W.F., De Bruyne B., Oldroyd K.G., Leesar M.A., Ver Lee P.N. et al. Angiographic versus functional severity of coronary artery stenoses in the FAME study: fractional flow reserve versus angiography in multivessel evaluation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 55 (25): 2816–21. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.11.096
- 14. Рекомендации ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда 2018. *Российский кардиологический журнал*. 2019; 24 (8): 151–226. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-8-151-226 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization 2018. *Russian Journal of Cardiology*. 2019; 24 (8): 151–226 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-8-151-226
- Алекян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н. Роль моментального резерва кровотока при определении функци-

- ональной значимости поражений коронарных артерий у пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца. Эндоваскулярная хирургия. 2019; 6 (2): 116—25. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-116-125
- Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Meleshenko N.N. The role of instantaneous wave-free ratio reserve in determining the functional significance of coronary artery stenosis in patients with stable coronary artery disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2019; 6 (2): 116–25 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-116-125
- 16. Writing Committee Members, Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangolore S., Bates E., Becki Th.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Joint Committee on clinical practice guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (21): e21–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.132.2-089

# Чрескожное коронарное вмешательство высокого риска на стволе левой коронарной артерии с использованием аппарата искусственного кровообращения

M.M. Третьякова $^{1 \bowtie}$ , B.H. Манчуров $^{1, 2}$ , A.B. Скрыпник $^{1, 2}$ , A.B. Костин $^{1, 2}$ , E.Ю. Васильева $^{1, 2}$ , A.B. Шпектор $^{2}$ 

- <sup>1</sup>ГБУЗ «Городская клиническая больница им. И.В. Давыдовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация
- <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация
- **Манчуров Владимир Николаевич,** канд. мед. наук, доцент кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0003-4322-8243
- **Скрыпник Дмитрий Владимирович,** д-р мед. наук, заведующий кафедрой кардиологии, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7457-8057
- **Костин Андрей Вячеславович,** ассистент кафедры кардиологии, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-1330-1756
- **Васильева Елена Юрьевна,** д-р мед. наук, профессор, заведующая лабораторией атеротромбоза, главный врач; orcid.org/0000-0003-4111-0874
- **Шпектор Александр Вадимович,** д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, руководитель Университетской клиники кардиологии, почетный заведующий кафедрой; orcid.org/0000-0001-6190-6808

#### Резюме

Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) на стволе левой коронарной артерии (СЛКА) относится к процедурам высокого риска. У каждого десятого пациента во время такого вмешательства развиваются осложнения, такие как кардиогенный шок, жизнеугрожающие аритмии, остановка кровообращения. В настоящее время разработаны методики механической поддержки гемодинамики с помощью различных устройств для данной категории пациентов. Использование вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВА-ЭКМО) во время ЧКВ высокого риска позволяет поддерживать адекватный уровень тканевой и органной перфузии при критических состояниях. В то же время ВА-ЭКМО является сложной и дорогостоящей методикой. Как альтернативу ВА-ЭКМО можно рассматривать использование аппарата искусственного кровообращения. Представляем описание клинического случая эндоваскулярного лечения пациентки молодого возраста с постлучевым поражением ствола левой коронарной артерии с использованием аппарата искусственного кровообращения.

**Ключевые слова:** ствол левой коронарной артерии, чрескожное коронарное вмешательство высокого риска, механическая поддержка кровообращения

**Для цитирования:** Третьякова М.М., Манчуров В.Н., Скрыпник Д.В., Костин А.В., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В. Чрескожное коронарное вмешательство высокого риска на стволе левой коронарной артерии с использованием аппарата искусственного кровообращения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 260–5. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-260-265

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

Поступила 19.07.2022 Принята к печати 09.08.2022

### High-risk percutaneous coronary intervention of left main disease with mechanical circulatory support

M.M. Tret'yakova $^{1\boxtimes}$ , V.N. Manchurov $^{1,\,2}$ , D.V. Skrypnik $^{1,\,2}$ , A.V. Kostin $^{1,\,2}$ , E.Yu. Vasil'eva $^{1,\,2}$ , A.V. Shpektor $^2$ 

- <sup>1</sup>City Clinical Hospital named after I.V. Davydovsky, Moscow, Russian Federation
- <sup>2</sup>A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

☑ Mariya M. Tret'yakova, Cardiologist; orcid.org/0000-0001-9985-2091, e-mail: mmariamartynova@gmail.com Vladimir N. Manchurov, Cand. Med. Sci., Associate Professor, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-4322-8243

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

Andrey V. Kostin, Assistant Professor, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1330-1756
Elena Yu. Vasil'eva, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Laboratory of Atherothrombosis,
Chief Physician; orcid.org/0000-0003-4111-0874

**Aleksandr V. Shpektor,** Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of University Cardiology Hospital, Honorary Chief of Chair; orcid.org/0000-0001-6190-6808

#### **Abstract**

Percutaneous coronary intervention (PCI) of the left main coronary artery (LMA) is a high-risk procedure. Every tenth patient develops complications such as cardiogenic shock, life-threatening arrhythmias, and cardiac arrest. Different types of mechanical circulatory support are using in this category of patients. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) during high-risk PCI allows to maintain an adequate level of tissue and organ perfusion in critical conditions. At the same time, VA-ECMO is a compound and expensive method. As an alternative to VA-ECMO, the use of a heart-lung machine can be considered.

We present a clinical case of endovascular treatment of a young woman with post-radiation LMA stenosis with a heart-lung machine.

Keywords: left main coronary artery, high-risk percutaneous coronary intervention, mechanical circulatory support

For citation: Tret'yakova M.M., Manchurov V.N., Skrypnik D.V., Kostin A.V., Vasil'eva E.Yu., Shpektor A.V. High-risk percutaneous coronary intervention of left main disease with mechanical circulatory support. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 260–5 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-260-265

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

Received July 19, 2022 Accepted August 9, 2022

#### Введение

При атеросклеротическом поражении незащищенного ствола левой коронарной артерии (СЛКА) возникает большая зона ишемии миокарда, с этим связана высокая частота неблагоприятных событий и неблагоприятный прогноз в этой группе пациентов [1, 2]. Так, у пациентов с поражением СЛКА внезапная сердечная смерть встречается в 3-4 раза чаще, чем в группе пациентов с поражением коронарных артерий другой локализации [3]. Это обусловливает необходимость как можно более ранней реваскуляризации миокарда у пациентов с гемодинамически значимым поражением СЛКА [4]. Часто предпочтительным методом реваскуляризации миокарда становится аортокоронарное шунтирование (АКШ) в связи с тем, что данная категория пациентов нередко имеет многососудистое поражение коронарного русла и высокий Syntax Score. Однако по ряду причин (например, тяжелая сопутствующая патология, пожилой возраст) выполнение АКШ невозможно или сопряжено с высокими рисками. У таких пациентов эндоваскулярное вмешательство зачастую является единственно возможным способом реваскуляризации миокарда. Проведение чрескожного коронарного вмешательства

(ЧКВ) на СЛКА относится к процедурам высокого риска периоперационных осложнений, особенно при незащищенном СЛКА, окклюзии правой коронарной артерии (ПКА), выраженном кальцинозе, вмешательствах на терминальном отделе СЛКА при сложной анатомии и особенностях поражения. В настоящее время не выработано клинических рекомендаций по использованию механической поддержки кровообращения при проведении ЧКВ высокого риска в связи с отсутствием крупных рандомизированных исследований. Однако с каждым годом накапливается все больше данных об использовании различных методов механической поддержки кровообращения у данной категории пациентов. Превентивное применение методов механической поддержки кровообращения при ЧКВ высокого риска, в том числе с использованием экстракорпоральной вено артериальной мембранной оксигенации (ВА -ЭКМО), может снизить риск периоперационных осложнений [5, 6].

Представляем описание клинического случая эндоваскулярного лечения пациентки молодого возраста с постлучевым поражением ствола левой коронарной артерии с использованием для механической поддержки кровообращения аппарата искусственного кровообраще-

ния. Значимость заключается в использовании периферического подключения аппарата искусственного кровообращения для проведения эндоваскулярного вмешательства высокого риска.

#### Описание случая

Пациентка 3., 34 лет, курильщица, гипертоник с нарушением липидного обмена, поступила в Университетскую клинику кардиологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова в плановом порядке с жалобами на одышку, давящую боль, ощущение холода за грудиной с иррадиацией в левую руку при ходьбе в горку и эмоциональном стрессе, которые купировались в покое в течение 5 мин, а также эпизодами снижения систолического артериального давления (АД) до 70 мм рт. ст.

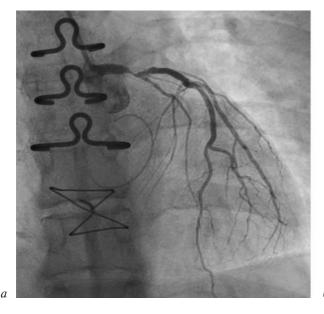
В 2008 г. у больной диагностирована лимфома Ходжкина. Было проведено 2 курса лучевой терапии и циклы химиотерапии в 2008 и 2013 г. На фоне проводимого лечения достигнута ремиссия.

В 2014 г. в связи с тяжелой недостаточностью митрального и трикуспидального клапанов выполнена пластика митрального клапана на опорном кольце и пластика трикуспидального клапана по методу de Vega. В 2015 г. по поводу стенокардии напряжения выполнено стентирование субтотального стеноза проксимального отдела правой коронарной артерии (ПКА), в 2017 г. — баллонная ангиопластика рестеноза ПКА. В июле 2019 г. по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) выявлено снижение фракции вы-

броса левого желудочка -35%, была назначена терапия сердечной недостаточности. Через 2 года после проведенного стентирования возобновилась клиника стенокардии напряжения. На амбулаторном этапе был выполнен тредмилтест: исходно на ЭКГ – депрессия сегмента ST до 1 мм в отведении V4-V6, достигнуто 86% (160 уд/мин) от максимально прогнозируемой ЧСС, время нагрузки 3 мин 27 с, на пике нагрузки (5,10 METS) пациентка жаловалась на ощущение холода в груди, на ЭКГ – депрессия сегмента ST до 4 мм в отведениях V4-V6 и элевация сегмента ST в отведении aVR 1 мм с возвращением к исходному положению на 3-й минуте восстановительного периода, индекс Дьюка составил -15,5.

Пациентка регулярно принимала юперио, конкор, розувастатин, верошпирон, тромбо асс, форсигу.

При поступлении клинику на ЭКГ синусовый ритм с ЧСС 70 уд/мин, депрессия сегмента ST и инверсия зубца Т в отведениях I, II, aVF, V4-V6. При трансторакальной эхокардиографии фракция выброса левого желудочка составила 58%, зон нарушенной сократимости миокарда не обнаружено. Выполнена коронарография, при которой выявлен субтотальный стеноз в терминальном отделе СЛКА с вовлечением устьев передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) и огибающей артерии (ОА), 90% стеноз в устье ПМЖА, 90% стеноз в устье ОА, ПКА с 60% рестенозом, SYNTAX SCORE 25 баллов (рис. 1).



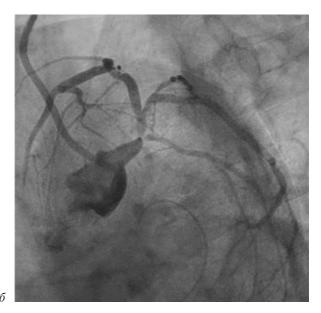


Рис. 1. Коронароангиография левой коронарной артерии:

a — правая косая каудальная проекция;  $\delta$  — левая косая каудальная проекция. В левой коронарной артерии отмечен субтотальный стеноз терминального отдела ствола с распространением на устья передней межжелудочковой артерии и огибающей артерии

Учитывая стернотомию в анамнезе, высокие периоперационные риски, обусловленные постлучевым бифуркационным поражением СЛКА, приняли решение о выполнении стентирования СЛКА на фоне механической поддержки кровообращения.

Был осуществлен комбинированный (хирургический и пункционный) доступ для обеспечения механической поддержки кровообращения (рис. 2). Разрезом справа был выполнен доступ к бедренным артерии и вене. Пункционным ме-

тодом по проводнику установлены венозная канюля 24 Fr и артериальная канюля 16 Fr. Введено 5000 ЕД гепарина. Начато вспомогательное искусственное кровообращение на аппарате искусственного кровообращения (АИК) HL 20 (Маquet, Германия) с потоком 2 л/мин с использованием оксигенатора Саріох 15/30 (Тегито, Япония).

Выполнены пункция и катетеризация правой лучевой артерии в дистальной трети. Проводниковый катетер установлен в устье СЛКА. Коро-

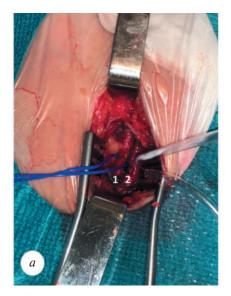
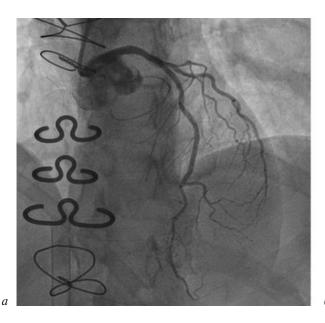






Рис. 2. Комбинированный доступ для осуществления механической поддержки кровообращения:

a — хирургический доступ: выделена общая бедренная артерия (1) и общая бедренная вена (2);  $\delta$  — заведение венозной канюли (указана звездочкой) пункционным методом в общую бедренную вену;  $\delta$  — имплантированы артериальная и венозная канюли, начато периферическое искусственное кровообращение



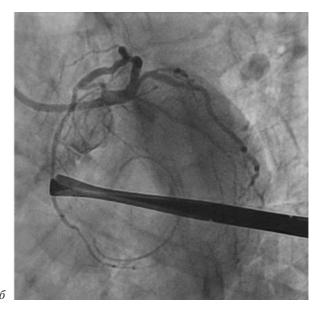


Рис. 3. Коронароангиография левой коронарной артерии после проведения ангиопластики со стентированием ствола ЛКА, передней межжелудочковой артерии и огибающей артерии:

a — левая косая краниальная проекция;  $\delta$  — левая косая каудальная проекция

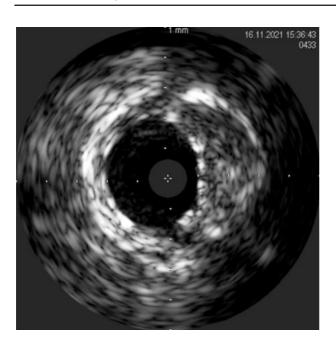


Рис. 4. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование ствола левой коронарной артерии после имплантации стента

нарные проводники заведены в дистальные отделы ПМЖА и ОА. После баллонной предилатации, в том числе NC-баллоном, выполнено провизорное стентирование ПМЖА и СЛКА, имплантирован коронарный стент Xience Alpine 3,5 × 15 мм (Abbot, США) с постдилатацией баллоном высокого давления. На итоговой ангиограмме отмечен хороший ангиографический результат: кровоток по артерии ТІМІ 3, кровоток по боковым ветвям сохранен (рис. 3).

На контрольном внутрисосудистом ультразвуковом исследовании (рис. 4) достигнута оптимальная аппозиция стентированного сегмента без признаков краевой диссекции/тромбоза. Гемодинамика за время проведения процедуры была с тенденцией к гипотензии, требовалось введение норадреналина в комбинации с наращиванием производительности аппарата ИК, по окончании процедуры гемодинамика стабилизировалась, что позволило отключить пациентку от АИК уже в операционной.

После остановки искусственного кровообращения последовательно удалены венозная и артериальная канюли. Рана послойно ушита. При дальнейшем наблюдении ангинозные боли не беспокоили. Пациентка была выписана из стационара на 12-й день.

#### Обсуждение

В литературе описаны случаи поражения ствола левой коронарной артерии после прове-

дения лучевой терапии на область грудной клетки, в том числе у пациентов с лимфомой Ходжкина [7-9]. В основе патогенеза лежит фиброз интимы коронарной артерии, что приводит к стенозированию просвета сосуда. Кроме того, пациенты зачастую имеют также сопутствующую токсическую кардиомиопатию со снижением фракции выброса левого желудочка или клапанные патологии в связи в том числе с проведенной химиотерапией в анамнезе. Выполнение АКШ у таких пациентов затруднено вследствие выраженного фиброза тканей [10], зачастую этим пациентам приходится выполнять ЧКВ высокого риска. К критериям ЧКВ высокого риска можно отнести следующие клинические ситуации: коморбидный пациент (тяжелый сахарный диабет 2 типа, хроническая обструктивная болезнь легких, хроническая болезнь почек, «хрупкость» и пожилой возраст), сложность коронарной анатомии (многососудистое поражение коронарных артерий, поражение СЛКА, хроническая тотальная окклюзия коронарной артерии, бифуркационное поражение), гемодинамическая нестабильность пациента (сниженная фракция выброса левого желудочка, сопутствующее тяжелое поражение клапанов сердца) [11]. При отсутствии реваскуляризации прогноз у таких пациентов неблагоприятный, тогда как риск осложнений ЧКВ крайне высокий, а проведение АКШ подчас невозможно. Проведение механической поддержки кровообращения во время ЧКВ высокого риска позволяет снизить риски от процедуры, поддерживать адекватный уровень гемодинамики даже в случае развития шока, жизнеугрожающих аритмий, остановки кровообращения [12]. В литературе встречаются описания клинических случаев использования различных устройств механической поддержки кровообращения при ЧКВ высокого риска, таких как внутриаортальная баллонная контрпульсация, Impella, Tandem Heart или BA-ЭКМО [13]. К преимуществам использования ВА-ЭКМО в качестве механической поддержки кровообращения при ЧКВ высокого риска можно отнести быструю стабилизацию гемодинамики в случае развития шока во время процедуры, возможность легко переходить в режим экстракорпоральной реанимации при необходимости. При очевидных преимуществах есть и недостатки такого метода - возможные осложнения процедуры (прежде всего сосудистые) и экономические затраты. Данная методика требует

от специалистов опыта имплантации канюль и работы с аппаратом искусственного кровообращения.

#### Заключение

Представленный клинический пример показывает возможность успешного проведения чрескожного коронарного вмешательства высокого риска на стволе левой коронарной артерии с использованием механической поддержки кровообращения с помощью аппарата ИК, стоимость которого значительно ниже стоимости комплекта расходных материалов для аппаратов ВА-ЭКМО.

#### Литература/References

- Fajadet J., Chieffo A. Current management of left main coronary artery disease. *Eur. Heart J.* 2012; 33 (1): 36b-50b. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr426
- Virani S.S., Mendoza C.E., Ferreira A.C., de Marchena E. Left main coronary artery stenosis: factors predicting cardiac events in patients awaiting coronary surgery. *Tex. Heart Inst. J.* 2006; 33 (1): 23–6.
- Mahapatro A.K., Patro A.S., Sujatha V., Sinha S.C. Isolated single coronary artery presenting as acute coronary syndrome: case report and review. *Int. J. Angiol.* 2014; 23 (2): 143–6. DOI: 10.1055/s-0033-1363496
- Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394

- 5. Van den Brink F.S., Meijers T.A., Hofma S.H., van Boven A.J., Nap A., Vonk A. et al. Prophylactic veno-arterial extracorpore-al membrane oxygenation in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention. *Neth. Heart J.* 2020; 28 (3): 139–44. DOI: 10.1007/s12471-019-01350-8
- Tomasello S.D., Boukhris M., Ganyukov V., Galassi A.R., Shukevich D., Haes B. et al. Outcome of extracorporeal membrane oxygenation support for complex high-risk elective percutaneous coronary interventions: a single-center experience. *Heart Lung.* 2015; 44 (4): 309–13. DOI: 10.1016/j.hrtlng. 2015.03.005
- Li B., Liu Y., Lou Z., Zhang W., Zhang M., Liu Q. Radiotherapy-induced isolated left main coronary artery disease presenting with cardiogenic shock: a case report. *Medicine (Baltimore)*. 2022; 101 (16): e29116. DOI: 10.1097/MD.00000000000029116
- 8. Radwaner B.A., Geringer R., Goldmann A.M., Schwartz M.J., Kemp H.G. Jr. Left main coronary artery stenosis following mediastinal irradiation. *Am. J. Med.* 1987; 82 (5): 1017–20. DOI: 10.1016/0002-9343(87)90167-7
- Grollier G., Commeau P., Mercier V., Lognon O.T., Gofard M., Scanu P. et al. Post-radiotherapeutic left main coronary ostial stenosis: clinical and histological study. *Eur. Heart J.* 1988; 9 (5): 567–70. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj. a062546
- Alsara O., Alsarah A., Kalavakunta J.K., Laird-Fick H., Abela G.S. Isolated left main coronary artery stenosis after thoracic radiation therapy: to operate or not to operate. *Case Rep. Med.* 2013; 2013: 834164. DOI: 10.1155/2013/834164
- De Marzo V., D'amario D., Galli M., Vergallo R., Porto I. Highrisk percutaneous coronary intervention: how to define it today?
   Minerva Cardioangiol. 2018; 66 (5): 576–93. DOI: 10.23736/S0026-4725.18.04679-0
- Kar S. Percutaneous mechanical circulatory support devices for high-risk percutaneous coronary intervention. *Curr. Cardiol. Rep.* 2018; 20 (1): 2. DOI: 10.1007/s11886-018-0946-2
- Kunkel K.J., Dabbagh M.F., Zaidan M., Alaswad K. Mechanical circulatory support in high-risk percutaneous coronary intervention. *Interv. Cardiol. Clin.* 2021; 10 (2): 207–19. DOI: 10.1016/j.iccl.2020.12.002

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.132.2.-089.168

# Методика усиления поддержки проводникового катетера 0,035" проводником при сложных чрескожных коронарных вмешательствах

В.Х. Пилтакян $^{1 \boxtimes}$ , Р.Ф. Даутов $^{2, 3}$ , Д.В. Тепляков $^{1}$ , Н.Н. Жердев $^{1}$ 

- <sup>1</sup>СПб ГБУЗ «Городская Покровская больница», Санкт-Петербург, Российская Федерация
- <sup>2</sup>Институт сердца и лёгких, Больница Принца Чарльза, Брисбен, Квинсленд, Австралия
- <sup>3</sup>Университет Квинсленда, Санта Лусия, Квинсленд, Австралия
- □ Пилтакян Вартан Хачатурович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, кардиолог; orcid.org/0000-0002-0330-7150, e-mail: vaite1984@icloud.com
- **Даутов Рустем Фидаилович,** канд. мед. наук, руководитель программы сложных коронарных интервенций, интервенционный кардиолог; orcid.org/0000-0001-9486-1546
- **Тепляков Дмитрий Валентинович,** канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, кардиолог; orcid.org/0000-0002-1054-2896
- **Жердев Николай Николаевич,** врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2500-2320

#### Резюме

Одним из наиболее сложных этапов комплексных чрескожных коронарных вмешательств является доставка баллонного катетера или стента в зону целевого поражения коронарной артерии. В настоящей статье описываем простую, безопасную и не требующую дополнительных финансовых затрат методику усиления поддержки направляющего катетера с помощью обратного конца 0,035" проводника для доставки баллона или стента в зону поражения коронарной артерии. Анализ литературы позволяет полагать, что это первое описание данной техники в литературе. В большинстве наших случаев данная методика позволила добиться успеха. Представляем серию их трех клинических случаев, в которых мы успешно применили данную технику в различных сложных ситуациях.

**Ключевые слова:** комплексное чрескожное коронарное вмешательство, трудно преодолеваемые стенозы, поддержка проводникового катетера

**Для цитирования:** Пилтакян В.Х., Даутов Р.Ф., Тепляков Д.В., Жердев Н.Н. Методика усиления поддержки проводникового катетера 0,035" проводником при сложных чрескожных коронарных вмешательствах. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 266–72. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-266-272

**Конфликт интересов.** Даутов Р.Ф. являлся сотрудником, лектором и проктором компаний Boston Scientific, Medtronic, Abiomed.

Поступила 17.06.2022 Принята к печати 08.07.2022

### Armored guiding catheter technique for balloon and stent delivery in complex and challenging lesions

V.Kh. Piltakyan<sup>1 $\boxtimes$ </sup>, R.F. Dautov<sup>2, 3</sup>, D.V. Teplyakov<sup>1</sup>, N.N. Zherdev<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Pokrovskaya City Hospital, Saint Petersburg, Russian Federation
- <sup>2</sup>Heart and Lung Institute, The Prince Charles Hospital, Brisbane, Queensland, Australia
- <sup>3</sup>University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia
- **Vartan Kh. Piltakyan,** Endovascular Surgeon, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-0330-7150, e-mail: vaite1984@icloud.com
- **Rustem F. Dautov,** Cand. Med. Sci., Chief of Complex Coronary Interventions Program, Interventional Cardiologist; orcid.org/0000-0001-9486-1546
- **Dmitriy V. Teplyakov,** Cand. Med. Sci., Head of Endovascular Diagnostics and Treatment Department, Endovascular Surgeon, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-1054-2896
- Nikolay N. Zherdev, Endovascular Surgeon, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2500-2320

#### Abstract

One of the most difficult steps during complex percutaneous coronary interventions is a delivery of balloon or stent into target coronary lesion. In this paper we describe a simple, safe and 'no cost' technique of increasing guiding catheter support with the help of back end of 0.035" wire to deliver balloon or stent to the distal lesion. To our best knowledge, this is the first description of this technique in the literature. In the majority of our cases this technique has allowed to achieve good results. We present three recent clinical cases where we successfully used this technique in different complex scenarios.

Keywords: complex percutaneous coronary interventions, device-uncrossable lesion, guiding catheter support

**For citation:** Piltakyan V.Kh., Dautov R.F., Teplyakov D.V., Zherdev N.N. Armored guiding catheter technique for balloon and stent delivery in complex and challenging lesions. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 266–72 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-266-272

Conflict of interest. Dr Dautov collaborated as a speaker and proctor with Boston Scientific, Medtronic, Abiomed.

Received June 17, 2022 Accepted July 8, 2022

#### Введение

Глобальный переход от феморального доступа к более безопасному радиальному при выполнении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) наряду с уменьшением диаметров проводниковых катетеров, несмотря на улучшение проводимости инструментария нового поколения, привел к уменьшению поддержки со стороны проводникового катетера. Недостаточная поддержка проводникового катетера связана с большим количеством факторов и может усложнять выполнение процедуры. Это может значительно увеличить время вмешательства и повысить его стоимость за счет использования дополнительных методов и инструментов. Доставка баллона или стента через анатомически сложные или пораженные участки коронарных артерий во время сложного ЧКВ может быть трудной задачей. Обычно это связано с одним фактором или их комбинацией: тяжелый кальциноз коронарных артерий, выраженная извитость артерии, диффузное или дистальное поражение, значительный изгиб коронарных артерий (более 90°), проведение через ранее имплантированный стент, рестеноз в стенте, хроническая тотальная окклюзия, аномальное отхождение коронарных артерий (переднее, заднее, высокое), расширение корня аорты и выраженная извитость брахиоцефальных артерий. Крайне важно при планировании вмешательства выбрать оптимальный доступ и инструменты для каждого пациента в зависимости от наличия тех или иных особенностей, чтобы успешно доставить баллон или стент в зону поражения. При сложном ЧКВ используются направляющие катетеры большего диаметра, специальной формы для улучшения поддержки: например, Amplatz для правой коронарной артерии (ПКА) и ЕВU, XВ и другие модели для левой коронарной артерии (ЛКА). Кроме того, в нашем арсенале есть следующие наиболее часто используемые популярные методики: «deep seating» [1], «amplatzing a 6 F Judkins right guiding catheter» [2], «buddy wire» [3], «anchor wire» [4], «anchor balloon» [5], «fivein-six» или «mother and child» [6], «guide extension catheter» [7], «extra support wire» и другие. В качестве дополнительной опции для усиления проводникового катетера при проведении стента или баллона можно использовать 0,035" проводник. Анализ литературы позволяет предполагать, что это первое описание данной техники в литературе.

#### Описание техники

Если во время процедуры возникают сложности с проведением баллона или стентов в целевую зону коронарной артерии из-за недостаточной поддержки, мы оставляем устройство в проксимальной трети коронарной артерии, затем заводим 0,035" проводник, который использовали во время процедуры, задним (жестким) концом проводим до дистального изгиба проводникового катетера и слегка толкаем всю систему целиком вперед, чтобы стабилизировать ее в корне аорты. Затем одной рукой фиксируем всю систему, а другой рукой продвигаем систему доставки баллона или стента. Таким образом мы усиливаем проводниковый катетер, дополнительно «металлизируя», а также более надежно фиксируем его в корне аорты, что уменьшает подвижность катетера при проведении баллона или стента.

В данной статье представляем три клинических случая усиления проводникового катетера 0,035" проводником в разных сценариях: 1) проведение стента в дистальный сегмент ПКА;

2) проведение баллона в ПКА по коронарному проводнику с усиленной поддержкой; 3) проведение стента в средний сегмент огибающей артерии (ОА) через ранее имплантированный стент и угол 90°.

#### Описание случаев

#### Клинический случай 1

Пациент, 55 лет, доставлен в стационар с диагнозом острого коронарного синдрома с подъемом сегмента ST. В анамнезе: 7 лет назад выполнено стентирование средней и дистальной третей ПКА, а затем в том же году шунтирование передней нисходящей артерии (ПНА) с использованием левой внутренней грудной артерии (ЛВГА) через мини-доступ. Проведено первичное ЧКВ. Мы использовали правый трансрадиальный доступ, интродьюсер 6F (Terumo, Япония). Диагностическая коронарошунтография (КШГ) нативных коронарных артерий и ЛВГА-ПНА выполнена с помощью катетера 5F ТRAР 4 (Medtronic, США). По данным КШГ: правый тип коронарного кровоснабжения. Хроническая тотальная окклюзия (ХТО) в средней трети ПНА, периферия заполняется через хорошо функционирующий шунт ЛВГА. Стент средней трети ПКА проходим, незначительный диффузный рестеноз стента (рис. 1, а). Неокклюзирующий тромбоз в стенте дистальной трети ПКА с замедлением кровотока дистальнее до ТІМІ 2 (рис.  $1, \delta$ ). Установлен проводниковый катетер 6F JR4 SH (Cordis, США), выполнена тромбаспирация катетером 6F Eliminate (Terumo, Япония). Большая часть тромба была удалена, и восстановлен кровоток до ТІМІ 3 с остаточным стенозом 70% (рис. 1,  $\theta$ ). При попытке завести стент с лекарственным покрытием Orsiro (Biotronik, Германия) размером 2,75 × 26 мм в дистальную треть ПКА возникло значительное сопротивление в средней трети ПКА, в зоне ранее имплантированного стента и извитости, что вызывало выталкивание проводникового катетера в аорту и не позволяло завести стент в целевую зону ПКА (рис.  $1, \epsilon$ ). Стент на доставляющей системе был оставлен в проксимальной трети ПКА, для увеличения поддержки проводникового катетера обратный (жесткий) конец 0,035" проводника был заведен до проксимального изгиба проводникового катетера JR4 (рис.  $1, \partial$ ). Как только вся конструкция была зафиксирована в корне аорты, с легкостью удалось продвинуть стент до целевой зоны (рис.  $1, \partial$ ) и успешно его имплантировать (рис. 1, e).

#### Клинический случай 2

Пациент, 75 лет, с тяжелой стенокардией напряжения, получает оптимальную медика-

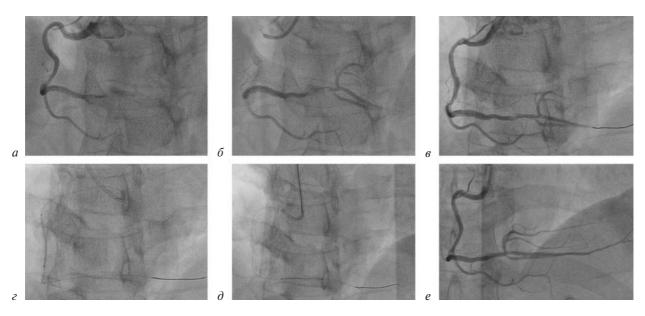


Рис. 1. Стентирование дистальной трети ПКА. Применение техники усиления проводникового катетера 0.035" проводником:

a — извитость проксимального и среднего сегментов ПКА;  $\delta$  — неокклюзирующий тромбоз стента в дистальной трети ПКА;  $\epsilon$  — остаточный стеноз после тромбаспирации;  $\epsilon$  — безуспешная попытка провести стент через ранее имплантированный стент в извитом сегменте средней трети ПКА, проводниковый катетер отходит назад;  $\delta$  — стент доставлен в целевую зону ПКА после усиления проводникового катетера обратным (жестким) концом 0,035" проводника: проводниковый катетер с помощью 0,035" проводника прижат к корню аорты;  $\epsilon$  — финальный результат после имплантации стента 2,75 × 26 мм Orsiro

ментозную терапию. В анамнезе выполненное 3 года назад коронарное шунтирование (КШ) левой внутренней грудной артерии (ЛВГА) к передней нисходящей артерии (ПНА), венозные шунты к ПКА и огибающей артерии (ОА). По данным эхокардиографии: фракция выброса левого желудочка 57%, тяжелый аортальный стеноз. Правый радиальный доступ, интродьюсер 6F (Тегито, Япония). КШГ проведена с помощью диагностического катетера 5F Tiger 4.0 (Terumo, Япония). По данным КШГ: правый тип коронарного кровоснабжения, критический стеноз дистального сегмента ствола ЛКА с переходом на устье ОА. Хроническая тотальная окклюзия в средней трети ПНА с заполнением периферии через функционирующий шунт ЛВГА. ПКА диффузно изменена, отмечена извитость проксимального сегмента с значимым кальцинированным стенозом (рис.  $2, a, \delta$ ). Оба венозных шунта окклюзированы. Решено выполнить ЧКВ ОА с выходом в ЛКА и ПКА с протезированием аортального клапана следующим этапом. Проведено стентирование из ОА в ЛКА стентом с лекарственным покрытием Resolute Integrity (Medtronic, США) с киссингдилатацией и финальной проксимальной оптимизацией, отмечен хороший ангиографический результат. Сложность поражения ПКА была недооценена. Установлен проводниковый катетер 6F JR 4 (Cordis, США). Провести «рабочий» коронарный проводник не удалось - он упирался в стенозированной зоне в изгибе и выталкивал всю систему. Было принято решение провести гидрофильный проводник с последующей заменой на проводник с усиленной поддержкой. Проводник Sion Black (Asahi Intecc, Япония) направлен через проблемную зону в проксимальной трети ПКА и заведен в периферическое русло. В дистальный сегмент проведен микрокатетер Corsair (Asahi Intecc, Япония) (рис. 2,  $\theta$ ), и выполнена замена проводника на Grand Slam (Asahi Intecc, Япония) для дополнительной поддержки. Учитывая наличие в коронарной артерии проводника усиленной поддержки, решили сразу использовать баллон среднего размера - $2.5 \times 20$  MM Sprinter Legend RX (Medtronic, США), но его не удалось завести в зону стеноза проксимальной трети ПКА – проводниковый катетер JR 4 выталкивался каждый раз при попытке проведения баллона (рис. 2, г). Прежде

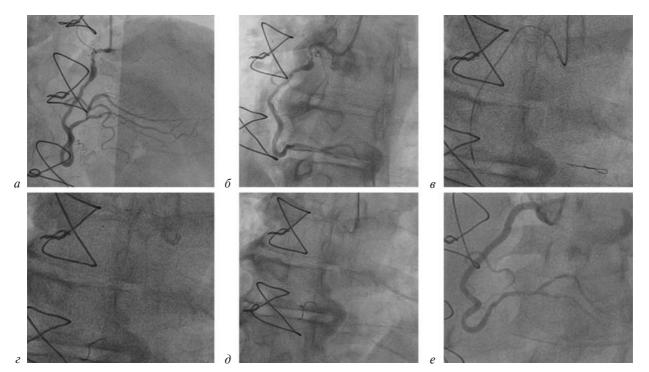


Рис. 2. Баллонная ангиопластика средней трети ПКА. Применение техники усиления проводникового катетера 0.035" проводником:

a — диффузное поражение проксимальной трети ПКА, удовлетворительное состояние периферических артерий;  $\delta$  — критический стеноз и извитость в проксимальной трети ПКА;  $\epsilon$  — по проводнику Sion Black завели катетер Corsair, заменили проводник на модель Grand Slam для дополнительной поддержки;  $\epsilon$  — безуспешная попытка провести баллон 2,5 × 20 мм, проводниковый катетер отходит назад;  $\delta$  — баллон доставлен в целевую зону ПКА после усиления проводникового катетера обратным (жестким) концом 0,035" проводника: проводниковый катетер с помощью 0,035" проводника зафиксирован в корне аорты;  $\epsilon$  — финальный результат после имплантации двух стентов — 3,0 × 40 мм Orsiro и 3,5 × 15 мм Resolute Integrity

чем использовать баллон меньшего диаметра, решили попробовать технику усиления проводникового катетера диагностическим проводником, описанную выше. Баллон был оставлен в проксимальном отделе ПКА, обратный (жесткий) конец 0,035" проводника заведен непосредственно к проксимальному изгибу катетера JR 4 и продвинута вся система целиком к корню аорты. Этот прием позволил стабилизировать всю систему и провести серию предилатаций (рис.  $2, \partial$ ) с последующей успешной имплантацией двух стентов с лекарственным покрытием: 3,0 × 40 мм Orsiro (Biotronik, Германия) и 3,5 × 15 мм Resolute Integrity (Medtronic, США) с хорошим ангиографическим результатом (рис. 2, е). В раннем послеоперационном периоде после ЧКВ ангинозные боли не рецидивировали, но сохранялась одышка. Планируется выполнить транскатетерное протезирование аортального клапана.

#### Клинический случай 3

Пациент, 74 лет, с рецидивирующими ангинозными болями в покое, несмотря на оптимальную медикаментозную терапию. В анамнезе: 5 лет назад проведено протезирование аор-

тального клапана биологическим протезом и коронарное шунтирование: ЛВГА к ПНА, венозные шунты к ОА и ПКА. Выполнена КШГ: выбраны правый радиальный доступ, интродьюсер 6F (Terumo, Япония), диагностический катетер Tiger 4.0 5F (Тегито, Япония) для нативных коронарных артерий и обоих венозных шунтов и катетер 5F SIM3 (Cordis, США) для ЛВГА-ПНА. По данным КШГ: правый тип коронарного кровоснабжения. Хроническая тотальная окклюзия в проксимальном сегменте ПКА, периферические артерии заполняются через функционирующий венозный шунт; критический стеноз дистальной части ствола ЛКА с переходом на устье ОА; субокклюзия среднего сегмента ОА (рис. 3, а); венозный шунт к ОА окклюзирован; аневризматическое расширение в приустьевой зоне ПНА до 8 мм, критический стеноз в проксимальном сегменте (рис.  $3, \delta$ ), периферические артерии заполняются антеградно и через хорошо функционирующий шунт ЛВГА. Решено выполнить стентирование ствола ЛКА и ОА. Установлен проводниковый катетер 6F XB 3,5 (Cordis, США). «Рабочие» проводники не удалось провести через зону субокклюзии в средней трети ОА, принято решение первым

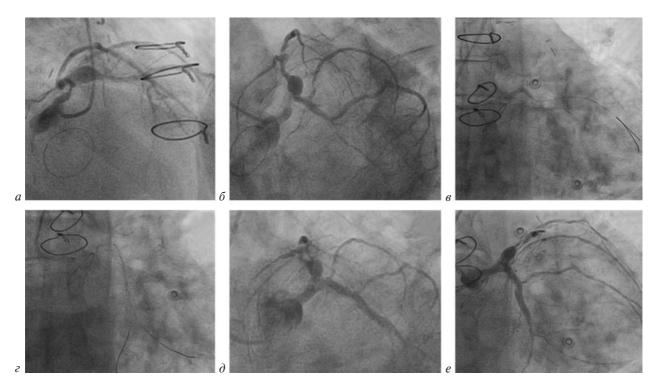


Рис. 3. Стентирование средней трети ОА. Применение техники усиления проводникового катетера 0,035" проводником:

a — критический стеноз дистальной части ствола ЛКА, аневризматическое расширение устья ПНА;  $\delta$  — субокклюзия средней трети ОА;  $\epsilon$  — баллонная ангиопластика устья ОА;  $\epsilon$  — стент 4,0 × 26 мм Resolute Integrity доставлен в целевую зону ОА после усиления проводникового катетера обратным (жестким) концом 0,035" проводника: проводниковый катетер с помощью 0,035" проводника зафиксирован в корне аорты;  $\delta$ ,  $\epsilon$  — финальный результат

этапом выполнить стентирование ствола ЛКА для более управляемой последующей реканализации ОА. Оба 0,014" проводника, Asahi Sion (Asahi Intecc, Япония) и BMW Universal II (Abbott Vascular, США), заведены в ветвь тупого края второго порядка, с применением техники «buddy wire» выполнена ангиопластика из ствола ЛКА в ОА баллоном  $2.5 \times 20$  мм Sprinter Legend (Medtronic, США) (рис. 3,  $\theta$ ). От устья ствола ЛКА в проксимальную треть ОА имплантирован стент с лекарственным покрытием 4,0×22 мм Resolute Integrity (Medtronic, США), выполнена проксимальная оптимизация в стволе ЛКА баллоном 5,0×12 мм Sapphire II NC (Orbus Neich, Китай). При поддержке баллона 2,5×20 мм Sprinter Legend (Medtronic, США) через зону субокклюзии средней трети ОА направлен 0,014" проводник Asahi Sion (Asahi Intecc, Япония), выполнена ангиопластика, восстановлен кровоток ТІМІ 3. Проведен второй 0,014" проводник BMW Universal II (Abbott Vascular, США) для заведения стента по технике «buddy wire». При заведении стента 4,0 × 26 мм Resolute Integrity (Medtronic, США) через ранее имплантированный стент и неблагоприятный угол с ОА возникло сопротивление, проводниковый катетер отходил назад, что не позволило направить стент. Стент был оставлен в стволе ЛКА, проводниковый катетер усилен по описанной методике 0,035" проводником и зафиксирован в корне аорты (рис. 3,  $\epsilon$ ), после чего удалось легко провести стент в среднюю треть ОА и успешно его имплантировать (рис. 3,  $\partial$ , e).

#### Обсуждение

Основным преимуществом данной методики является отсутствие дополнительных затрат: 0,035" проводник по определению открывается для каждой ангиографии или ЧКВ. Второе преимущество – простота. Фактически, чтобы опробовать эту технику, требуется 1-2 мин, когда баллон или стент встречают сопротивление в коронарном русле. Наконец, он не требует заведения дополнительных инструментов в коронарное русло, как при использовании гайдэкстензоров, якорных баллонов, более агрессивных проводниковых катетеров или глубокой интубации для дополнительной поддержки. Вместо этого используется усиление проводникового катетера вне коронарного русла. При необходимости данный метод можно комбинировать с другими методами, чтобы увеличить успех доставки баллона или стента в пораженную зону коронарной артерии, например «amplatzing» проводникового катетера, «buddy wire», «anchor wire», «extra support wire» и т. д. Мы используем эту технику с проводниковыми катетерами 6F и более, с катетером 5F это невозможно. При поиске доступной литературы не найдено описаний этой методики увеличения поддержки проводникового катетера. Е.С. Brilakis et al. использовали 0,035" проводник для армирования аспирационного катетера с целью более дистального проведения [8]. Также термин «агтогед» использовался А.Т. Stys et al. для описания телескопической техники с применением интродьюсера 70 см для увеличения поддержки проводникового катетера [9].

Несмотря на простоту метода, очень важно отметить, что мы используем задний (жесткий) конец 0,035" проводника, продвигая его к дистальному изгибу проводникового катетера. Если проводниковый катетер расположен в крайне извитом сегменте подключичной или иной артерии, крайне важно осторожно продвигать задний конец 0,035" проводника, чтобы не повредить катетер или инструменты, находящиеся в нем (коронарный проводник, шафт баллона или стента). Следует помнить, что проводник заводят после баллона или стента, а не наоборот, иначе возможна дислокация стента с системы доставки. Кроме того, аналогично ситуациям, когда мы используем задний (жесткий) конец 0,035" проводника для фиксации/стабилизации проводниковых катетеров при катетеризации правой или левой коронарной артерии или шунтов, при выборе этой методики проводник может стать «копьем» в аорте, если оператор выведет его за пределы проводникового катетера. Поэтому не рекомендуем использовать данную технику специалистам с ограниченным опытом выполнения интервенционных процедур. В то же время как только опытные операторы поймут концепцию этой легко осваиваемой и воспроизводимой методики, они смогут оценить ее и безопасно применять в своей практике, прежде чем использовать более дорогостоящие инструменты для улучшения доставки баллона или стента.

#### Заключение

Описанная техника армирования проводникового катетера с использованием обратного (жесткого) конца 0,035" проводника для доставки баллона или стента к дистальному поражению коронарной артерии через проксимальные препятствия, такие как кальциноз, извитость или ранее имплантированные стенты, проста, безопасна и осуществима. Кроме того, она не требует дополнительных затрат и, следовательно, ее использование может быть целесообразно в катетеризационных лабораториях с ограниченным бюджетом и отсутствием необходимого инструментария для выполнения сложного ЧКВ. Убеждены, что этот простой метод может стать эффективным дополнением к арсеналу операторов, выполняющих комплексные ЧКВ.

#### Литература/References

- Bartorelli A.L., Lavarra F., Trabattoni D., Fabbiocchi F., Loaldi A., Galli S., Montorsi P. Successful stent delivery with deep seating of 6 French guiding catheters in difficult coronary anatomy. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 1999; 48 (3): 279–84. DOI: 10.1002/(sici)1522-726x(199911)48:3<279::aid-ccd9>3.0.co;2-7
- Abhaichand R.K., Lefèvre T., Louvard Y., Morice M.C. Amplatzing a 6 Fr Judkins right guiding catheter for increased success in complex right coronary artery anatomy. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2001; 53 (3): 405–9. DOI: 10.1002/ccd.1191
- Saucedo J.F., Muller D.W., Moscucci M. Facilitated advancement of the Palmaz-Schatz stent delivery system with the use of

- an adjacent 0.018" stiff wire. *Catheter. Cardiovasc. Diagn.* 1996; 39 (1): 106–10. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0304(199609)39:1<106::AID-CCD24>3.0.CO;2-G
- Hamood H., Makhoul N., Grenadir E., Kusniec F., Rosenschein U. Anchor wire technique improves device deliverability during PCI of CTOs and other complex subsets. Acute Card. Care. 2006; 8 (3): 139–42. DOI: 10.1080/ 17482940600885469
- Fujita S., Tamai H., Kyo E., Kosuga K., Hata T., Okada M. et al. New technique for superior guiding catheter support during advancement of a balloon in coronary angioplasty: the anchor technique. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2003; 59 (4): 482–8. DOI: 10.1002/ccd.10551
- Takahashi S., Saito S., Tanaka S., Miyashita Y., Shiono T., Arai F. et al. New method to increase a backup support of a 6 French guiding coronary catheter. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2004; 63 (4): 452–6. DOI: 10.1002/ccd.20223
- Mamas M.A., Fath-Ordoubadi F., Fraser D.G. Distal stent delivery with guideliner catheter: first in man experience. Catheter. Cardiovasc. Interv. 2010; 76 (1): 102–11. DOI: 10.1002/ ccd. 22458
- Brilakis E.S., Lichtenwalter C., Banerjee S. "Armored" aspiration catheter technique to enhance aspiration catheter delivery in challenging thrombus-containing lesions. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2009; 74 (6): 846–9. DOI: 10.1002/ccd.22119
- Stys A.T., Lawson W., Brown D. Extreme coronary guide catheter support: report of two cases of a novel telescopic guide catheter system. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2006; 67 (6): 908–11. DOI: 10.1002/ccd.20758

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.127-005.8-089

## Эндоваскулярное лечение острого инфаркта миокарда у пациента с коронарным шунтированием в анамнезе

К.А. Киреев $^{1,\,2\boxtimes}$ , А.А. Фокин $^{1,\,2}$ , К.А. Руднева $^{2,\,3}$ , Ф.В. Чекорский $^2$ , А.В. Поляков $^2$ , В.В. Фастаковский $^2$ 

- <sup>1</sup>ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина», Челябинск, Российская Федерация
- <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Челябинск, Российская Федерация
- <sup>3</sup>ГАУЗ ОЗП «Городская клиническая больница № 8», Челябинск, Российская Федерация
- Фокин Алексей Анатольевич, д-р мед. наук, профессор, руководитель Междорожного центра сердечно-сосудистой хирургии, заведующий кафедрой хирургии Института дополнительного профессионального образования; orcid.org/0000-0001-5411-6437
- **Руднева Кристина Андреевна,** врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3417-7464
- **Чекорский Филипп Владимирович,** ассистент кафедры хирургии Института дополнительного профессионального образования; orcid.org/0000-0002-6062-1381

Поляков Антон Владимирович, студент; orcid.org/0000-0001-5584-652X Фастаковский Владимир Васильевич, ординатор; orcid.org/0000-0001-8635-1933

#### Резюме

В статье представлено описание клинического случая эндоваскулярного лечения острого инфаркта миокарда у пациентки после ранее перенесенного коронарного шунтирования. Чрескожное коронарное вмешательство при данном варианте патологии относится к малоизученным вопросам современной рентгенэндоваскулярной хирургии. На клиническом примере показаны значимые кардиоваскулярные факторы риска прогрессирования атеросклероза, особенности диагностического поиска и коронарной интервенции. Особая значимость данного случая связана с относительно редкой патологией окклюзированной передней нисходящей артерии за дистальным анастомозом с внутренней грудной артерией.

**Ключевые слова:** острый инфаркт миокарда, коронарное шунтирование, коронарное стентирование, реваскуляризация миокарда

**Для цитирования:** Киреев К.А., Фокин А.А., Руднева К.А., Чекорский Ф.В., Поляков А.В., Фастаковский В.В. Эндоваскулярное лечение острого инфаркта миокарда у пациента с коронарным шунтированием в анамнезе. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 273–8. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-273-278

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

Поступила 18.06.2022 Принята к печати 19.07.2022

### Endovascular treatment of acute myocardial infarction in a patient with a history of coronary artery bypass grafting

K.A. Kireev<sup>1, 2, 1</sup>, A.A. Fokin<sup>1, 2</sup>, K.A. Rudneva<sup>2, 3</sup>, F.V. Chekorskiy<sup>2</sup>, A.V. Polyakov<sup>2</sup>, V.V. Fastakovskiy<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>Clinical Hospital «RZhD-Meditsina», Chelyabinsk, Russian Federation
- <sup>2</sup> South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation
- <sup>3</sup>City Clinical Hospital No 8, Chelyabinsk, Russian Federation
- Konstantin A. Kireev, Dr. Med. Sci., Head of the Center of Endovascular Diagnostic and Treatment Methods, Associate Professor of the Chair of Surgery of Institute of Additional Professional Education; orcid.org/0000-0002-8815-4033, e-mail: kkireev83@mail.ru
- **Aleksey A. Fokin,** Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Center of Cardiovascular Surgery, Head of the Chair of Surgery of Institute of Additional Professional Education; orcid.org/0000-0001-5411-6437

Kristina A. Rudneva, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3417-7464

**Philipp V. Chekorskiy,** Assistant of the Chair of Surgery of Institute of Additional Professionale Education; orcid.org/0000-0002-6062-1381

Anton V. Polyakov, Student; orcid.org/0000-0001-5584-652X

Vladimir V. Fastakovskiy, Resident; orcid.org/0000-0001-8635-1933

#### Abstract

The article presents a description of a clinical case of endovascular treatment of acute myocardial infarction in a patient after previous coronary bypass surgery. Percutaneous coronary intervention in this variant of the pathology is one of the little-studied issues of modern X-ray endovascular surgery. The clinical example demonstrates significant cardiovascular risk factors for atherosclerosis progression, features of diagnostic search and coronary intervention. Of particular interest is the relatively rare pathology of an occluded anterior descending artery behind a distal anastomosis with the internal mammary artery.

**Keywords:** acute myocardial infarction, coronary artery bypass grafting, coronary stenting, myocardial revascularization

**For citation:** Kireev K.A., Fokin A.A., Rudneva K.A., Chekorskiy F.V., Polyakov A.V., Fastakovskiy V.V. Endovascular treatment of acute myocardial infarction in a patient with a history of coronary artery bypass grafting. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 273–8 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-273-278

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

Received June 4, 2022 Accepted July 19, 2022

#### Введение

В структуре смертности от болезней системы кровообращения на ишемическую болезнь сердца (ИБС) приходится более половины летальных исходов, что обусловливает большое внимание к этой проблеме [1, 2]. По данным Л.А. Бокерия, в 2018—2020 гг. в Российской Федерации выполнено более 100 тыс операций коронарного шунтирования (КШ) и около 600 тыс чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) [3]. Это весомый вклад практического здравоохранения в улучшение демографических показателей, однако кардиоваскулярная смертность остается на высоком уровне, и требуются дополнительные усилия для борьбы с сердечнососудистыми заболеваниями [4, 5].

Одним из сложных вопросов оказания специализированной медицинской помощи при ИБС является повторное хирургическое лечение окклюзионно-стенотической патологии коронарных артерий после ранее выполненных реваскуляризаций [6]. С учетом официальной статистики по проводимым операциям [3] и недостаточной приверженности к послеоперационной медикаментозной терапии [7, 8] ожидается, что количество случаев возврата ишемии миокарда ежегодно будет увеличиваться.

Особое внимание важно уделить пациентам, перенесшим ранее КШ и поступающим в ЧКВ-центры с клиникой острого коронарного синдрома (ОКС) [9]. Это сложная категория боль-

ных, имеющих значимые хирургические и ишемические риски. К хирургическим рискам можно отнести: неизвестную коронарную анатомию после перенесенного КШ (при ургентном обращении зачастую отсутствует предшествующая медицинская документация; давность КШ может исчисляться десятилетиями). Кроме того, с учетом исходных показаний для КШ (многососудистая коронарная патология при средних и выраженных поражениях венечных артерий по шкале SYNTAX) специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению может отметить сложную анатомию окклюзионностенотических поражений нативных сосудов и необходимость в интервенциях на коронарных кондуитах, которые нужно идентифицировать при шунтографии.

Среди ишемических рисков следует выделить повреждение миокарда на фоне ОКС, исходный более коморбидный статус, включая перенесенный ранее острый инфаркт миокарда (ОИМ); при поступлении с ОКС/ОИМ без подъема сегмента ST могут возникнуть сложности с идентификацией ишемия/инфаркт-ответственной коронарной артерии.

Таким образом, вопрос оказания специализированной медицинской помощи пациентам с ОКС/ОИМ и перенесенным ранее КШ является сложным и недостаточно изученным. В качестве иллюстрации потенциальных трудностей и возможных решений приводится клинический пример.

#### Описание случая

Пациентка М., 73 года, поступила 10 декабря 2021 г. с диагнозом: ОКС без подъема сегмента ST, с жалобами на остаточную давящую боль за грудиной и общую слабость. Медицинская документация о предшествовавшем лечении отсутствовала, анамнез болезни собирался со слов пациентки. В конце 2011 г. она перенесла ОИМ (локализацию и обстоятельства уточнить не может), летом 2012 г. выполнено коронарное шунтирование (объем неизвестен), в это же время было выявлено нарушение толерантности к глюкозе. С 2015 г. пациентке выставлен диагноз: сахарный диабет, больная регулярно принимала таблетированные сахароснижающие препараты. На диспансерном учете находилась только у эндокринолога. Клиника стенокардии напряжения на уровне II функционального класса беспокоила последние 2 года, к данным ограничениям адаптировалась, нитроспрей применяла редко, в связи с чем за медицинской помощью не обращалась. Пациентка отметила постоянный прием ацетилсалициловой кислоты и ингибитора ангиотензинпревращающего фермента, уровень липидов крови не контролировала. Артериальное давление измеряла только при ухудшениях самочувствия, комфортные показатели на уровне 140-150/90-100 мм рт. ст., эпизоды артериальной гипертензии до 180-200/ 130-140 мм рт. ст.

Ухудшение состояния пациентка отметила в течение последних 2 дней, когда загрудинные сжимающие и давящие боли стали появляться при меньшей физической нагрузке. В день поступления был выраженный ангинозный приступ около 30-40 мин со слабым эффектом от нитроглицерина, что побудило вызвать бригаду скорой медицинской помощи. При первичном медицинском контакте при ЭКГ была установлена депрессия до 2 мм в отведениях V1-V4 на фоне артериального давления 160/110 мм рт. ст. и частоты сердечных сокращений 85-90 уд/мин. На догоспитальном этапе оказана помощь: внутривенно морфин 10 мг и гепарин 5000 ЕД, перорально — тикагрелор 180 мг и ацетилсалициловая кислота 250 мг.

При поступлении в ЧКВ-центр показатели гемодинамики и электрокардиографические данные оставались без изменений. Индекс массы тела 28,0 кг/м². Лабораторные показатели (общий анализ крови, общий анализ мочи, био-

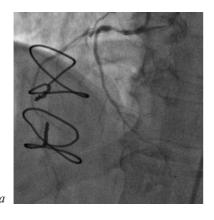
химический анализ крови) не выходили за пределы референтных значений, кроме глюкозы крови (11,2 ммоль/л) и гликированного гемоглобина (8,6%). Скорость клубочковой фильтрации составила 69 мл/мин/1,73 м². Выявлена дислипидемия (ммоль/л): общий холестерин — 4,97, липопротеиды высокой плотности — 1,24, липопротеиды очень низкой плотности — 1,13, липопротеиды низкой плотности — 2,75, триглицериды — 2,46, коэффициент атерогенности 3,01. Уровень кардиоспецифического тропонина был отрицательным.

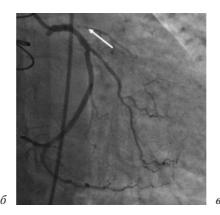
Сохраняющаяся ангинозная симптоматика на фоне применения наркотического анальгетика интерпретировалась как фактор очень высокого риска ишемических событий, в связи с чем была выбрана экстренная инвазивная стратегия, и в течение 15—20 мин пациентка была доставлена в рентгенооперационную для проведения коронароангиографии (КАГ).

При сборе анамнеза объем операции КШ выяснить не удалось; у больной были рубцы в проекции грудины и на левой голени по ходу большой подкожной вены, из чего были сделаны выводы о возможном маммарокоронарном шунтировании (применение левой и/или правой внутренней грудной артерии) и одношунтовом аутовенозном аортокоронарном шунтировании. Пульсация на лучевых артериях была слабого наполнения и напряжения при артериальном давлении 140/100 мм рт. ст., что обусловило отказ от радиального артериального доступа для КАГ. Пульсация бедренных артерий была удовлетворительной, и КАГ проводилась через правый феморальный артериальный доступ ангиографическим инструментарием 6Fr.

При КАГ выявлены левый тип кровоснабжения миокарда, правая коронарная артерия малого калибра около 1 мм (рис. 1, a). Левая коронарная артерия: ствол без значимых поражений, передняя нисходящая артерия — окклюзия от устья (рис. 1,  $\delta$ ) без контрастирования из бассейнов правой и левой коронарных артерий, огибающая артерия (ОА) умеренно стенозирована до 20-30% в начально-среднем отделе, ветвь тупого края ОА — стеноз в начальном отделе до 30-35%, диагональная ветвь ОА — стеноз в начальном отделе 30—35%.

При контрастировании левой внутренней грудной артерии, включая дистальный анастомоз с передней нисходящей артерией, значимых поражений не обнаружено (рис. 2, a); сразу за дистальным анастомозом выявлен критичес-





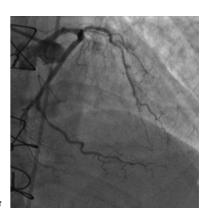


Рис. 1. Коронарография пациентки М.:

a — правая коронарная артерия (левая косая проекция);  $\delta$  — левая коронарная артерия (каудальная проекция), стрелкой обозначена окклюзия передней нисходящей артерии;  $\delta$  — левая коронарная артерия (краниальная проекция)

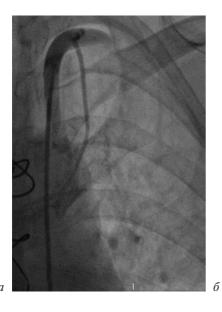
кий стеноз передней межжелудочковой артерии с кровотоком ТІМІ 2 (рис. 2,  $\delta$ ).

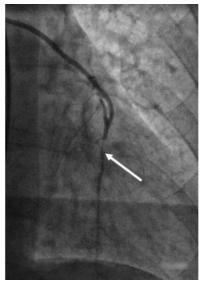
Пациентке выполнено прямое стентирование стеноза передней нисходящей артерии стентом с лекарственным покрытием (зотаралимус) 2,5 × 30 мм через маммарокоронарный шунт. При ангиографическом контроле значимый стеноз ишемия/инфаркт-ответственной коронарной артерии был разрешен, стент проходим, при контрастировании дистального отдела определен кровоток ТІМІ 3. Прочие аортокоронарные шунты не обнаружены, контрастирование правой внутренней грудной артерии показало ее естественный ход, для КШ она не использовалась. С учетом отсутствия гемодинамически значимых поражений в остальных ве-

нечных артериях потребность в дальнейших процедурах коронарной реваскуляризации отсутствовала. ЧКВ было завершено гемостазом правой бедренной артерии с помощью специального устройства обтурационного типа.

В послеоперационном периоде пациентка отрицала ангинозные жалобы и отметила субъективное улучшение общего состояния. Через 6 ч после ЧКВ уровень кардиоспецифического тропонина составил 2,1 нг/мл, при последующем контроле не нарастал. При электрокардиографическом мониторинге в динамике депрессия сегмента ST в отведениях V1-V4 полностью нивелировалась.

При эходопплеркардиоскопии на следующий день после ЧКВ выявлено снижение сег-





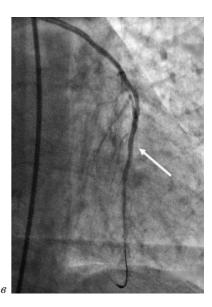


Рис. 2. Шунтография пациентки М.:

a — контрастирование левой внутренней грудной артерии в начальном и среднем отделах (без патологии);  $\delta$  — критический стеноз в среднем отделе передней нисходящей артерии (обозначен стрелкой);  $\delta$  — результат прямого стентирования передней нисходящей артерии (стрелка в проекции установленного стента)

ментарной кинетики миокарда (базальных сегментов межжелудочковой перегородки, задней перегородочной области) при удовлетворительной глобальной сократимости сердечной мышцы. Фракция выброса по Simpson составила 54%. Конечный систолический размер составил 3,0 см, конечный диастолический размер -5,0 см, толщина перегородки -1,0 см, толщина задней стенки левого желудочка — 0,97 см. Индекс миокарда левого желудочка по Simone составил 58,61 г/м<sup>2</sup>. При ультразвуковой допплерографии с дуплексным сканированием брахиоцефальных артерий определены симметричные гиперэхогенные атеромы синусов общих сонных артерий с переходом на устья внутренних сонных артерий со стенозами 50-60%.

21 декабря 2021 г. (на 11-е сутки после ЧКВ) пациентка была выписана в удовлетворительном состоянии с диагнозом: повторный не-Q инфаркт миокарда без подъема сегмента ST передней распространенной локализации.

Данный клинический случай значим в силу двух обстоятельств. Он соответствует описанным выше рискам в отдаленном послеоперационном периоде после коронарного шунтирования: длительный срок заболевания (более 9 лет от момента первичной реваскуляризации, с 2012 г.) и обращение в ургентной ситуации без предшествующей медицинской документации; низкая приверженность базовой терапии ИБС на фоне прогрессирующего атеросклероза и метаболических нарушений (дислипидемия, субкомпенсация сахарного диабета, избыточная масса тела, неконтролируемая артериальная гипертензия, стенозы сонных артерий более 50%).

В то же время необходим усиленный диагностический поиск для выявления обстоятельств ОКС/ОИМ и идентификации ишемия/инфаркт-ответственной коронарной артерии. В случаях перенесенного КШ и отсутствия информации об объеме коронарной реваскуляризации следует руководствоваться данными осмотра (рубцы, характерные для забора шунтов), результатами КАГ и шунтографии.

У пациентки М. гемодинамически значимая патология коронарных артерий была выявлена только в передней нисходящей артерии (при КАГ отмечена хроническая окклюзия от устья, которая не могла стать причиной острой ишемии миокарда). При оценке маммарокоронарного шунта удалось определить с ишемия/инфаркт-ответственную коронарную артерию — та же передняя межжелудочковая артерия в сред-

нем отделе, расположенном после окклюзированного сегмента и дистального анастомоза с шунтом. Ретроспективно сложно судить об исходном коронарном статусе, обусловившем наложение второго аортокоронарного шунта во время КШ в 2012 г., но с учетом полноценного кровотока в остальных венечных бассейнах степень поражения не носила критический характер. В течение всей госпитализации медицинскую документацию того периода пациентка М. не предоставила.

Подобный клинический случай еще ценен особенностью локализации значимых поражений. В подавляющем большинстве наблюдений эндоваскулярные интервенции у пациентов, которым ранее выполнено КШ, проводятся при патологии нативных коронарных артерий, не участвовавших ранее в реваскуляризации, при патологии ранее шунтированной венечной артерии на фоне хронической окклюзии соответствующего шунта, при поражении коронарного шунта (проксимальный анастомоз)устье, непосредственно шунт, дистальный анастомоз).

Значимая патология передней нисходящей артерии за дистальным анастомозом с внутренней грудной артерией — проблема относительно редкая, требующая внимательного отношения для выявления и проведения ЧКВ.

#### Заключение

Клиническая значимость данного примера заключается в том, что он относится к малоизученному вопросу рентгенэндоваскулярной хирургии — интервенциям при ОИМ у пациентов, ранее перенесших КШ. Показаны значимые кардиоваскулярные факторы риска прогрессирования атеросклероза, особенности диагностического поиска и ЧКВ. Особая ценность клинического случая обусловлена относительно редкой патологией окклюзированной передней нисходящей артерии за дистальным анастомозом с внутренней грудной артерией.

#### Литература/References

- Бойцов С.А., Шальнова С.А., Деев А.Д. Эпидемиологическая ситуация как фактор, определяющий стратегию действий по снижению смертности в Российской Федерации. Терапевтический архив. 2020; 92 (1): 4–9 (in Russ.). DOI: 10.26442/0040-3660.2020.01.00510
  - Boytsov S.A., Shal'nova S.A., Deev A.D. The epidemiological situation as a factor determining the strategy for action to reduce mortality in the Russian Federation. *Therapeutic Archive*. 2020; 92 (1): 4–9. DOI: 10.26442/0040-3660.2020.01.00510
- Здравоохранение в России. 2021: Статистический сборник. М.; 2021.

- Health care in Russia. 2021: Statistical collection. Moscow; 2021 (in Russ.).
- Бокерия Л.А., Милиевская Е.Б., Прянишников В.В., Юрлов И.А. Сердечно-сосудистая хирургия — 2020. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: 2021.
  - Bockeria L.A., Milievskaya E.B., Pryanishnikov V.V., Yurlov I.A. Cardiovascular surgery 2020. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2021 (in Russ.).
- Киреев К.А., Москвичёва М.Г., Фокин А.А. Новое направление в профилактике инфаркта миокарда акценты на медико-социальную характеристику пациента. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016; 15 (4): 16–21. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-4-16-21
  - Kireev K.A., Moskvicheva M.G., Fokin A.A. Novel direction in myocardial infarction prevention accent on medical and social characteristics of patient. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016; 15 (4): 16–21 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2016-4-16-21
- Концевая А.В., Драпкина О.М., Баланова Ю.А., Имаева А.Э., Суворова Е.И., Худяков М.Б. Экономический ущерб сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации в 2016 году. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2018; 14 (2): 156–66. DOI: 10.20986/1819-6446-2018-14-2-156-166
  - Kontsevaya A.V., Drapkina O.M., Balanova Yu.A., Imaeva A.E., Suvorova E.I., Khudyakov M.B. Economic damage of cardio-vascular diseases in the Russian Federation in 2016. *Rational Farmacotherapy in Cardiology.* 2018; 14 (2): 156–66 (in Russ.). DOI: 10.20986/1819-6446-2018-14-2-156-166
- Бокерия Л.А., Пурсанов М.Г., Вартанов П.В., Лосев В.В. Отдаленные результаты операции коронарного шунтирования с использованием различных кондуитов. Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2018; 19 (1): 5–13. DOI: 10.24022/1810-0694-19-1-5-13

- Bockeria L.A., Pursanov M.G., Vartanov P.V., Losev V.V. Longterm results of coronary bypass surgery using various conduits. *Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2018; 19 (1): 5–13 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-19-1-5-13
- . Генкель В.В., Кузнецова А.С., Лебедев Е.В., Шапошник И.И. Прогностическая значимость атеросклеротического поражения одного или двух сосудистых бассейнов у пациентов высокого и очень высокого сердечно-сосудистого риска. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021; 20 (2): 2669. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2669 Genkel' V.V., Kuznetsova A.S., Lebedev E.V., Shaposhnik I.I. Prognostic significance of atherosclerotic lesion of one or two vascular basins in patients with high and very high cardiovascular risk. Cardiovasculyar Therapy and Prevention. 2021; 20 (2):
- Гоголашвили Н.Г., Яскевич Р.А. Эффективность гиполипидемической терапии на амбулаторном этапе у пациентов с ишемической болезнью сердца, проживающих в крупном промышленном центре Восточной Сибири. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021; 20 (8): 3135. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-3135
   Gogolashvili N.G., Yaskevich R.A. Effectiveness of lipid-lowering therapy in outpatients with coronary artery disease living in a large industrial center of Eastern Siberia. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2021; 20 (8): 3135 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2021-3135

2669 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2669

Баковский К.В., Тарасов Р.С., Иванов С.В. Результаты применения различных стратегий лечения пациентов с острым коронарным синдромом после коронарного шунтирования. Кардиология и сердечно-сосудистая хируреия. 2020; 13 (3): 186—92. DOI: 10.17116/kardio202013031186 Bakovsky K.V., Tarasov R.S., Ivanov S.V. Various treatment strategies in patients with acute coronary syndrome after previous coronary artery bypass grafting. Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2020; 13 (3): 186—92 (in Russ.). DOI: 10.17116/kardio202013031186

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.132.1-007.64-089

# Эндоваскулярное лечение изолированной аневризмы бронхиальной артерии

*P.C.* Поляков<sup>1, 2</sup>, К.А. Кур-ипа<sup>1  $\bowtie$ </sup>, Д.А. Крайников<sup>1</sup>, М.В. Пурецкий<sup>1, 2</sup>, Г.В. Марданян<sup>1</sup>, А.А. Пиркова<sup>1</sup>, С.А. Абугов<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

**Марданян Гайк Ваникович,** канд. мед. наук, вед. науч. coтp.; orcid.org/0000-0002-7442-520X **Пиркова Александра Александровна,** канд. мед. наук, ст. науч. coтp.; orcid.org/0000-0002-5101-1004 **Абугов Сергей Александрович,** д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-7636-4044

#### Резюме

Изолированные аневризмы бронхиальных артерий – редкое заболевание, как правило, протекающее бессимптомно и встречающееся в качестве случайной находки при обследовании органов грудной клетки. Клинические проявления аневризм бронхиальных артерий связаны с их локализацией и объемами, к ним относятся дисфагия, дисфония и синдром верхней полой вены. Жизнеугрожающим осложнением таких аневризм является их разрыв. Открытое хирургическое лечение аневризм бронхиальных артерий сопряжено с высокими рисками ввиду особенностей доступа, пережатия аорты и объема кровопотери. Наиболее предпочтительным методом лечения данной категории пациентов является эндоваскулярная процедура. В данной статье описан клинический случай эндоваскулярного лечения аневризмы левой бронхиальной артерии.

Ключевые слова: аневризма бронхиальной артерии, стент-графт, эмболизация

**Для цитирования:** Поляков Р.С., Кур-ипа К.А., Крайников Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Абугов С.А. Эндоваскулярное лечение изолированной аневризмы бронхиальной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 279–83. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-279-283

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

Поступила 28.06.2022 Принята к печати 02.08.2022

#### **Endovascular treatment of isolated bronchial artery aneurysm**

R.S. Polyakov $^{1,2}$ , K.A. Kur-ip $a^{1\boxtimes}$ , D.A. Kraynikov $^{1}$ , M.V. Puretskiy $^{1,2}$ , G.V. Mardanyan $^{1}$ , A.A. Pirkov $a^{1}$ , S.A. Abugov $^{1,2}$ 

Roman S. Polyakov, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003
Kiazim A. Kur-ipa, Resident; orcid.org/0000-0002-2395-5999, e-mail: kuripo90@mail.ru
Dmitriy A. Kraynikov, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-5796-0393
Mikhail V. Puretskiy, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Researcher; orcid.org/0000-0003-4988-4102
Gayk V. Mardanyan, Cand. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X
Aleksandra A. Pirkova, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-5101-1004
Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Head of Department;

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

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation

#### Abstract

Isolated bronchial artery aneurysms are a rare pathology, usually asymptomatic and occurring as an incidental finding during thoracic examination. Clinical manifestations of bronchial artery aneurysms are related to their localization and volume, and include dysphagia, dysphonia, superior vena cava syndrome. A life-threatening complication of such aneurysms is their rupture.

Open surgical treatment is associated with high risks due to the peculiarities of access, aortic clamping and the level of blood loss. Endovascular treatment is the most preferable method in this category of patients. This article demonstrates a clinical case of endovascular treatment of left bronchial artery aneurysm.

Keywords: bronchial artery aneurysms, stent graft, embolization

For citation: Polyakov R.S., Kur-ipa K.A., Kraynikov D.A., Puretskiy M.V., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Abugov S.A. Endovascular treatment of isolated bronchial artery aneurysm. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 279–83 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-279-283

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

Received June 28, 2022 Accepted August 2, 2022

#### Введение

Аневризма бронхиальной артерии (БА) крайне редкое заболевание, которое встречается менее чем в 1% случаев от числа процедур селективной ангиографии БА [1]. Клинические проявления аневризм БА связаны с их локализацией и размерами. Наиболее распространенные из них - дисфагия, дисфония, а также кровохарканье, возникающее в случае разрыва аневризмы БА или формирования артериовенозной мальформации [2]. Опасным осложнением аневризмы БА является ее разрыв, который сопровождается жизнеугрожающим кровотечением и требует немедленного оперативного лечения. Вследствие ограниченного количества данных ныне нет достоверной информации о диаметре аневризм БА, при котором возрастает риск разрыва и его степень [3].

Чаще всего аневризмы бронхиальных артерий протекают бессимптомно и, как правило, обнаруживаются в качестве случайной находки при выполнении мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Варианты лечения аневризм БА включают как открытое оперативное вмешательство, так и эндоваскулярные методы лечения. В настоящей работе представлен клинический случай успешного эндоваскулярного лечения изолированной аневризмы левой бронхиальной артерии.

#### Описание случая

Пациентка О., 59 лет, поступила в отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения в июле 2022 г. с жалобами на одышку при умеренных физических нагрузках.

Из анамнеза известно, что пациентка в течение длительного времени страдает хронической

обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). Последнее обострение отмечает в феврале 2022 г., по данному поводу была консультирована пульмонологом, проводилась антибиотикотерапия.

При выполнении КТ органов грудной клетки в качестве случайной находки была выявлена аневризма бронхиальной артерии, в связи с чем выполнялась МСКТ-аортография. По результатам обследования диагностирована аневризма левой бронхиальной артерии максимальным диаметром 30 мм (рис. 1).

Пациентка была консультирована в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, ввиду близкого расположения аневризмы к устью БА и невозможности установки окклюдера было принято решение о выполнении эмболизации отводящего колена и имплантации стент-графта.

Предоперационная подготовка включала стандартный набор лабораторных (общий и биохимический анализы крови, коагулограмма) и инструментальных (ЭКГ, трансторакальная ЭхоКГ, дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий, артерий и вен нижних конечностей) методов исследования.

**Ход операции.** Чрескожным доступом в условиях местной анестезии была проведена пункция и катетеризация левой лучевой артерии с последующей установкой интродюсера 6 Fr. В нисходящий отдел аорты был проведен диагностический катетер Pigtail (Medtronic, Дублин, Ирландия).

Чрескожный доступ к правой общей бедренной артерии (ОБА) осуществлялся в условиях местной анестезии под ультразвуковым контролем и с использованием техники предварительного ушивания с помощью устройства Perclose ProGlide (Abbott Laboratories, Чикаго, Иллинойс, США). В правую ОБА был установлен

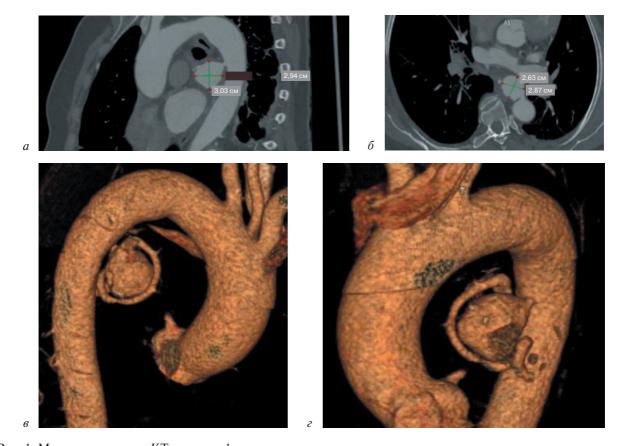


Рис. 1. Мультиспиральная КТ-аортография:  $a, \delta-2$ D-модель, саггитальная и аксиальная проекции соответственно;  $a, \epsilon-3$ D-модель, саггитальная и фронтальная проекции соответственно

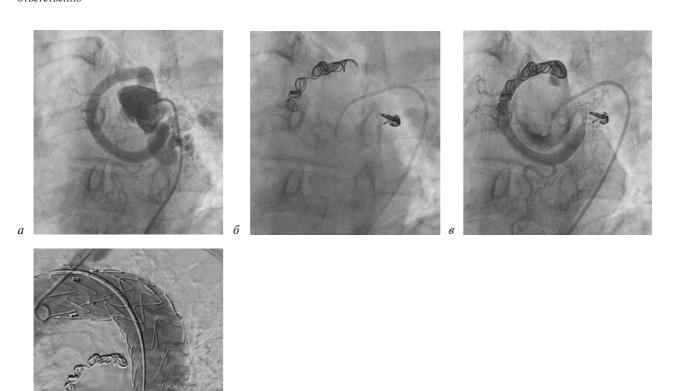
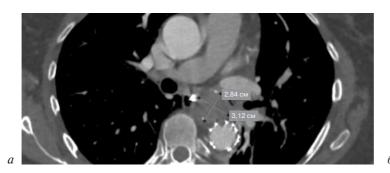


Рис. 2. Этапы оперативного вмешательства: a — ангиография аневризматически расширенной бронхиальной артерии;  $\delta$  — эмболизация бронхиальной артерии спиралями Tornado;  $\epsilon$  — ангиография после установки спиралей Tornado;  $\epsilon$  — установка стент-графта в грудной отдел аорты



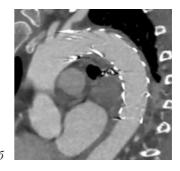


Рис. 3. Контрольная МСКТ-аортография через 7 сут: a — тромбированная полость аневризмы;  $\delta$  — стент-графт в грудном отделе аорты

интродюсер 8 Fr. Выполнена селективная катетеризация левой бронхиальной артерии. В дистальное русло левой БА направлен проводник 0,014" (Asahi Sion Blue, Asahi Intecc Medical, Япония), по которому был установлен микрокатетер (Asahi Corsair, Asahi Intecc Medical, Япония). Выполнена эмболизация левой БА спиралями Tornado Embolization Coil  $10 \times 5$  мм (2 шт.), Tornado Embolization Coil  $8 \times 5$  мм (3 шт., Cook Medical, Блумингтон, Индиана, США) дистальнее места расположения аневризмы.

Через правую ОБА с помощью диагностического проводника в восходящий отдел аорты был направлен диагностический проводник 5 Fr, через просвет которого выполнялась установка сверхжесткого проводника Lunderquist (Cook Medical, Блумингтон, Индиана, США). По сверхжесткому проводнику в нисходящий отдел грудной аорты от устья левой подключичной артерии был позиционирован и имплантирован стентграфт системы Valiant Thoracic VAMF3030C150TE (Medtronic, Дублин, Ирландия).

При контрольной ангиографии отмечалось выключение аневризмы из кровотока, сам кровоток магистральный, неизмененный, подтеканий нет (рис. 2). После извлечения инструментов ушивание дефекта сосудистой стенки осуществлялось при помощи техники предварительного ушивания с последующим наложением узловых швов на кожу.

Операция прошла без осложнений. По данным контрольной МСКТ-аортографии от 14.07.2022 г. наблюдалось выключение аневризмы левой бронхиальной артерии из системного кровотока (рис. 3). Пациентка была выписана на 2-е сутки после оперативного вмешательства.

#### Обсуждение

Патогенез аневризм бронхиальных артерий остается неясным. В литературе встречаются описания случаев аневризм БА в рамках секвес-

трации, легочной агенезии, воспалительных заболеваний легких и бронхоэктазов [4—6]. Реже данное состояние может быть связано с дисплазиями соединительной ткани, такими как болезнь Ослера—Рандю—Вебера и туберкулезом легких [7—8]. В большинстве описанных случаев этиологию выявить не удалось.

В случае наличия симптомов клиническим проявлением аневризм может стать синдром верхней полой вены, дисфагия, возникающая при сдавлении пищевода, кровохарканье, а также их разрыв [9—10]. В связи с этим случайная находка аневризмы бронхиальной артерии требует немедленного оперативного лечения, вне зависимости от наличия симптомов или диаметра.

Мультиспиральная КТ является «золотым стандартом» диагностики, который позволяет оценить размеры аневризмы, расстояние от устья и прикорневых ветвей.

В настоящее время возможны как открытая операция по удалению аневризм БА, так и использование эндоваскулярных методик. Открытая операция, в свою очередь, требует проведения обширного доступа в виде торакотомии, а в некоторых случаях даже пережатия аорты. Общая анестезия, большой объем кровопотери, длительная реабилитация - все это оказывает неблагоприятное влияние на состояние пациента и значительно увеличивает длительность госпитализации [11]. В связи с этим в настоящее время эндоваскулярное лечение является наиболее предпочтительным у данной категории пациентов. Выбор техники зависит от анатомических особенностей аневризматического мешка, длины шейки и может включать установку окклюдера или эмболизацию бронхиальной артерии. В качестве материалов для эмболизации могут использоваться спирали, микропузырьки или биологический клей [12, 13]. Очень важным является закрытие не только приносящего, но и выносящего сосуда для предотвращения ретроградного кровотока в аневризме. В случае близости аневризматического мешка к устью бронхиальной артерии и невозможности адекватного позиционирования материала для эмболизации или высокого риска его миграции в качестве дополнительного метода возможна установка стент-графта в нисходящую аорту, что и было предпринято в описанном клиническом случае [2, 14].

Эндоваскулярное лечение представляет собой малоинвазивную процедуру, которая проводится под местной анестезией и сопряжена с меньшими осложнениями, связанными с доступом, а также с сокращением времени пребывания в стационаре.

#### Заключение

Ограниченный опыт позволяет предположить, что аневризмы бронхиальных артерий можно успешно лечить доступными в настоящее время эндоваскулярными методами. Немедленный успех, низкий уровень послеоперационных осложнений и сокращение времени пребывания в стационаре по сравнению с традиционными хирургическими методами свидетельствуют о преимуществе эндоваскулярных методик лечения.

- Tanaka K., Ihaya A., Horiuci T., Morioka K., Kimura T., Uesaka T. et al. Giant mediastinal bronchial artery aneurysm mimicking benign esophageal tumor: a case report and review of 26 cases from literature. *J. Vasc. Surg.* 2003; 38 (5): 1125–9. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00707-9
- Lin J.-L., Ji Y.-Y., Zhang M.-Z., Yi Tang, Wang R.-L., Ruan D.-D. et al. Rare cases of bronchial aneurysm and comparison of interventional embolization in the treatment of true bronchial

- aneurysm and pseudobronchial aneurysm. *Frontiers Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 856684. DOI: 10.3389/fcvm.2022.856684
- Nielsen J.M., Lindh M., Steffensen R. Spontaneous rupture of a bronchial artery aneurysm. *Ugeskrift Laeger*. 2019; 181 (49): V04190219.
- 4. Abet D., Pietri J. Ruptured bronchial artery aneurysm simulating dissection of the aorta in a patient with bronchopulmonary sequestration (author's transl). *J. Chir.* 1981; 118 (12): 743–46.
- De Dominicis F., Leborgne L., Raymond A., Berna P. Right pulmonary artery agenesis and coronary-to-bronchial artery aneurysm. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2011; 12 (3): 507–10. DOI: 10.1510/icvts.2010.250795
- Adachi K., Tarukawa T. Mediastinal bronchial artery aneurysm associated with bronchiectasis; report of a case. *Kyobu Geka. Jap. J. Thorac. Surg.* 2018; 71 (5): 396–9.
- 7. Luthra S., Antippa P., Tatoulis J. Pulmonary arteriovenous aneurysm as manifestation of Osler–Weber–Rendu syndrome. *Heart Lung Circ*. 2008; 17 (4): 336–9.
- Sarioglu O., Capar A.E., Yavuz M.Y., Belet U. Angiographic findings and outcomes of bronchial artery embolization in patients with pulmonary tuberculosis. *Eurasian J. Med.* 2020; 52 (2): 126–31. DOI: 10.5152/eurasianjmed.2020.19221
- Hoffmann V., Ysebaert D., De Schepper A., Colpaert C., Jorens P. Acute superior vena cava obstruction after rupture of a bronchial artery aneurysm. *Chest.* 1996; 110 (5): 1356–8. DOI: 10.1378/chest.110.5.1356
- Ishida S., Koike W., Fujita T., Yagami K. Bronchial artery aneurysm mimicking aortic arch aneurysm or aortic dissection. 2020. JTCVS Techniques. 2020; 3: 54–6.DOI: 10.1016/j.xjtc. 2020.06.016
- Tang Q.-H., Chen J., Hu C.-F., Zhang X.-L. Comparison between endovascular and open surgery for the treatment of peripheral artery diseases: a meta-analysis. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 62: 484–95. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.06.039
- Salamone I., Cavallaro M., Visalli C., Velo M, Barbaro U., Galletta K., Andò F. Embolization of a bronchial artery aneurysm in a chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patient with non-massive hemoptysis. *Pol. J. Radiol.* 2017; 82: 174–8. DOI: 10.12659/PJR.899624
- Aburano H., Kawamori Y., Horiti Y., Kitagawa K., Sanada J., Matsui O. Bronchial artery aneurysm embolization with NBCA. Cardiovasc. Interv. Radiol. 2006; 29 (6): 1141–3.
- Xu Z., Kong Y., Hu Sh., Huang S., Tan Y. Ruptured bronchial artery aneurysm treated with aortic stent graft and aneurysm embolization. *Curr. Med. Imaging Rev.* 2019; 15 (1): 74–7. DOI: 10.2174/1573405613666170926164225

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.134.9-007.64

# Гибридное лечение посттравматической псевдоаневризмы позвоночной артерии

*C.A.* Папоян<sup>1, 2, 3</sup>, Д.Г. Громов<sup>1, 2</sup>, К.С. Асатурян<sup>1 $\bowtie$ </sup>, Д.В. Смяловский<sup>1</sup>, Д.С. Амирханян<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>ГБУЗ «Городская клиническая больница имени Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация
- <sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени 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
- Папоян Симон Ашотович, канд. мед. наук, заведующий отделением сосудистой хирургии, доцент кафедры госпитальной хирургии педиатрического факультета, заведующий организационно-методическим отделом по сердечно-сосудистой хирургии; orcid.org/0000-0002-6207-4174
- **Громов Дмитрий Геннадьевич,** д-р мед. наук, заведующий отделением по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, заведующий кафедрой рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7500-4987
- <sup>™</sup> Асатурян Карен Сергеевич, врач сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2389-058X, e-mail: karasaturyan@mail.ru
- **Смяловский Дмитрий Вадимович,** врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0084-2756
- Амирханян Давид Самсонович, клинический ординатор; orcid.org/0000-0001-5042-0204

#### Резюме

Посттравматическая псевдоаневризма позвоночной артерии является редкой патологией, которая требует точной и своевременной диагностики с целью определения оптимальной тактики хирургического лечения. В последние годы возросла роль эндоваскулярной хирургии в лечении спинальных аневризм. Использование металлических стентов и спиралей в ряде случаев стало альтернативой хирургическому лечению псевдоаневризмы позвоночной артерии. В статье представлен случай успешного гибридного лечения посттравматической псевдоаневризмы позвоночной артерии с антеградной и ретроградной эмболизацией.

Ключевые слова: эмболизация, псевдоаневризма, позвоночная артерия

**Для цитирования:** Папоян С.А., Громов Д.Г., Асатурян К.С., Смяловский Д.В., Амирханян Д.С. Гибридное лечение посттравматической псевдоаневризмы позвоночной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 284–90. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-284-290

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

Поступила 24.06.2022 Принята к печати 19.07.2022

# Hybrid treatment of the posttraumatic pseudoaneurysm of the vertebral artery

S.A. Papoyan<sup>1, 2, 3</sup>, D.G. Gromov<sup>1, 2</sup>, K.S. Asaturyan<sup>1</sup>, D.V. Smyalovskiy<sup>1</sup>, D.S. Amirkhanyan<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>F.I. Inozemtsev City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation
- <sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
- <sup>3</sup>Research Institute of Public Health Organization and Medical Management, Moscow, Russian Federation

**Simon A. Papoyan,** Cand. Med. Sci., Head of the Department of Vascular Surgery, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Head of the Department; orcid.org/0000-0002-6207-4174

 Dmitriy G. Gromov, Dr. Med. Sci., Head of the Department of Endovascular Diagnostics and Treatment, Head of the Department of X-Ray Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-7500-4987
 Karen S. Asaturyan, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2389-058X,

e-mail: karasaturyan@mail.ru

**Dmitriy V. Smyalovskiy,** Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0084-2756 **David S. Amirkhanyan,** Resident; orcid.org/0000-0001-5042-0204

#### Abstract

Post-traumatic vertebral artery pseudoaneurysm is a rare pathology that requires accurate and timely diagnosis in order to determine the optimal tactics of surgical treatment. In recent years, the role of endovascular surgery in the treatment of spinal aneurysms has increased. The use of metal stents and coils in some cases has become an alternative to surgical treatment of vertebral artery pseudoaneurysms. The article presents a case of successful hybrid treatment of post-traumatic vertebral artery pseudoaneurysm with antegrade and retrograde embolization.

Keywords: embolization, pseudoaneurysm, vertebral artery

**For citation:** Papoyan S.A., Gromov D.G., Asaturyan K.S., Smyalovskiy D.V., Amirkhanyan D.S. Hybrid treatment of the posttraumatic pseudoaneurysm of the vertebral artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 284–90 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-284-290

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

Received June 24, 2022 Accepted July 19, 2022

## Введение

Аневризмы экстракраниальных позвоночных артерий (ПА) встречаются редко из-за относительно защищенного расположения позвоночной артерии и обычно являются результатом травмы, возникают после проникающих ранений, реже после тупой травмы. Среди травм артерий у гражданского населения травмы позвоночных артерий составили 0,5% всех повреждений артерий [1]. R. Matas в 1893 г. впервые описал аневризму позвоночной артерии [2]. В мировой литературе имеются лишь единичные публикации, посвященные описанию аневризмы ПА в экстракраниальных сегментах. Самое большое число наблюдений (12 случаев) аневризм экстракраниальной части ПА представлено R. Berguer, который описал пациентов с болезнями Элерса-Данло и Марфана, причем в 7 случаях встречались поражения обеих ПА [3]. Риск развития инсульта при разрывах псевдоаневризмы позвоночной артерии варьирует от 6 до 38% [4-7]. За последние 30 лет предлагалась самая разнообразная хирургическая тактика, но с обязательным использованием V3-сегмента ПА. Впервые о возможности шунтирования с дистальной порцией ПА при ее окклюзии сообщили в 1977 г. А. Carney et al.: они выполнили первое аутовенозное шунтирование (АВШ) от общей сонной артерии (ОСА) к дистальному сегменту ПА. В том же году G. Corkill et al. [5] использовали непосредственно наружную сонную артерию (НСА) для шун-

тирования с V3-сегментом ПА. В 1978 г. они же сообщили о возможности шунтирования недавно окклюзированной в устье внутренней сонной артерии (ВСА) с ПА на уровне позвонков CI-CII. В. George и С. Laurian в 1979 г. уточнили доступ к V3-сегменту ПА и использовали его для клипирования аневризмы ПА на уровне позвонка СІІІ с созданием обходного аутовенозного шунта от подключичной артерии до дистальной порции ПА на уровне позвонков CI-CII. В 1981 г. G. Besson et al. [8] привели два наблюдения с различными вариантами наружносонно-дистально-позвоночного АВШ, а A. Carney et al. описали вариант использования выраженной резервной петли ПА на уровне CI-CII с анастомозированием в BCA и возможность использования гипертрофированной затылочной артерии. R. Spetzler et al. в 1987 г. сообщили о возможности создания затылочнопозвоночного анастомоза с атлантовой частью V3-сегмента ПА при экстравазальной компрессии остеофитами на уровне позвонков CI-CII. S. Mabuchi et al. в 1993 г. впервые использовали лучевую артерию в качестве шунта от НСА до атлантовой части ПА у пациентки с диссекцией позвоночной артерии на уровне позвонков CI-CII. И наконец, К. Hisashi et al. в 2013 г. описали три клинических случая лечения аневризм интракраниального отдела V4-сегмента у пациентов, которым выполнялись после резекции аневризм в 2 случаях позвоночно-позвоночное шунтирование из V3 в V4-сегмент ПА и в 1 случае — наружносонно-позвоночное шунтирование с использованием в качестве шунта лучевой или затылочной артерии [11]. По разным данным, смертность, непосредственно связанная с травматическим ВАИ, составляет от 5 до 7%, а при отсутствии лечения может достигать 70% [4, 6, 8]. Сегмент V1 в большинстве случаев доступен для хирургического лечения, а при аневризме в сегментах V2 и V3 предпочтение следует отдавать эндоваскулярным методам [8, 9]. М. Кагаtela описал успешный случай эмболизации позвоночной артерии после ранения [10]. В настоящей статье приведен случай гибридного лечения псевдоаневризмы позвоночной артерии после неудачного эндоваскулярного вмешательства.

# Описание случая

Пациент С. 27 лет, поступил в ГКБ им. Ф.И. Иноземцева 17.06.2022 г. с жалобами на наличие припухлости в области шеи слева.

Считает себя больным в течение 3 мес, когда получил минно-взрывную травму в бою 04.03.2022 г. В анамнезе операция: удаление инородного тела мягких тканей шеи от 14.03.2022 г. А 05.04.2022 г. проведена ревизия сосудов шеи, при попытке ревизии сосудов и эвакуации гематомы отмечено интенсивное кровотечение (другая медицинская организация). 12.04.2022 г. проведена установка поток-перенаправляющего стента в левую позвоночную



Рис. 1. Гематома шеи

артерию (другая медицинская организация). Около месяца назад пациент отметил увеличение объема гематомы на шее. Госпитализирован в стационар ГКБ им. Ф.И. Иноземцева в экстренном порядке.

#### Данные обследования

Объективный статус: состояние при поступлении удовлетворительное. Общий неврологический статус — без неврологической симптоматики: в ясном сознании, контактен, движения в полном объеме во всех конечностях. Чувствительность на лице, теле и конечностях не нарушена. Конфигурация шеи изменена за счет припухлости в области боковой, задней поверхности шеи слева. Определяется гематома области боковой поверхности шеи слева размером до  $20 \times 10$  см (рис. 1, 2).

Кожа в данной области в цвете не изменена— не гиперемирована. Инфильтрации и флюктуации при пальпации не выявлено. Пальпация данной области болезненная. В данной области определяется линейный нормотрофический рубец размером до  $10 \times 0,5$  см без местных признаков воспаления.

По результатам МСКТ выявлена гигантская псевдоаневризма V3-сегмента левой позвоночной артерии с признаками экстравазации контрастного препарата из просвета стента, окруженная частично лизированной гематомой.



Рис. 2. Гематома шеи (стрелкой указан ранний послеоперационный рубец)





Рис. 3. Ранее имплантированный стент и гигантская псевдоаневризма V3-сегмента левой позвоночной артерии (указаны стрелками; a,  $\delta$ )

Межмышечные гематомы околоушной области слева. Инородное тело мягких тканей шеи слева. Задняя трифуркация BCA справа, виллизиев круг не замкнут (рис. 3).

Установлен диагноз: посттравматическое артериовенозное соустье слева с формированием гигантской псевдоаневризмы в проекции V3-сегмента слева. Состояние после операции: удаление инородного тела из мягких тканей по задней поверхности шеи от 14.03.2022 г. Ревизия сосудов шеи от 05.04.2022 г. Установка потокперенаправляющего стента в левую ПА от 12.04.2022 г. (другая медицинская организация).

17.06.2022 г. было принято решение о выполнении эндоваскулярного вмешательства — имплантации стент-графта в V3-сегмент позвоночной артерии.

## Лечение

Первым этапом в гибридной операционной под местной анестезией пунктирована правая общая бедренная артерия. Установлен интродьюсер 6F. Диагностическим катетером последовательно селективно катетеризированы левая и правая позвоночные артерии, левые общая и наружная сонные артерии. Выполнена полипроекционная церебральная ангиография.

На ангиограммах определяется гигантская псевдоаневризма с широкой шейкой V3-сегмента левой позвоночной артерии. Здесь же визуализируются два ранее имплантированных поток-отклоняющих стента с признаками де-

формации и дислокации одного из них в полость псевдоаневризмы. Полость псевдоаневризмы интенсивно контрастируется антеградно и ретроградно (из бассейна правой позвоночной артерии) (рис. 4).

Коллегиально принято решение об эндоваскулярном закрытии дефекта левой позвоночной артерии путем имплантации стент-графта. В левую позвоночную артерию установлен направляющий катетер Fubuki. Нейропроводник Avigo через ранее имплантированные стенты с выраженными техническими трудностями заведен в левую заднюю мозговую артерию. В месте установленных ранее стентов проведена серия баллонных предилатаций. Последующая попытка заведения в место дефекта стент-графта Papyrus 4,0 × 20 мм была безуспешной, в связи с чем принято решение о тотальной эмболизации левой позвоночной артерии дистальнее и проксимальнее места дефекта. Для контрольного контралатерального контрастирования артерий головного мозга пунктирована левая общая бедренная артерия, установлен интродьюсер 6F, диагностический катетер заведен в правую позвоночную артерию. По ранее оставленному в левой задней мозговой артерии микропроводнику Avigo дистальнее зоны дефекта проведен микрокатетер Echelon-14, после чего микропроводник извлечен, в целевые участки последовательно имплантированы 6 микроспиралей Axium. На контрольных ангиограммах V3-сегмент левой позвоночной артерии ок-



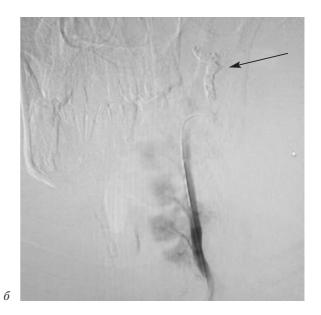


Рис. 4. Гигантская псевдоаневризма с широкой шейкой V3-сегмента левой позвоночной артерии. Стрелкой указаны ранее имплантированные стенты  $(a, \delta)$ 

клюзирован полностью, полость псевдоаневризмы тотально выключена из кровотока (рис. 5).

По контрольной контралатеральной ангиографии (из правой позвоночной артерии) дистальный интракраниальный кровоток — на дооперационном уровне, ретроградное контрастирование полости аневризмы отсутствует (рис. 6).

В финале эндоваскулярного этапа неврологический статус оставался на дооперационном уровне. Инструменты извлечены, осуществлен гемостаз в местах пункции общих бедренных артерий устройством Angio-Seal.

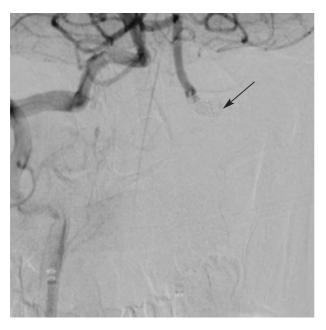


Рис. 5. Результат эмболизации левой позвоночной артерии (стрелкой указаны микроспирали Axium)

Выполнение второго этапа операции. Под ЭТА после обработки операционного поля выполнен доступ к околоушной области слева через послеоперационный рубец. Рассечены кожа, подкожно-жировая клетчатка, мышечная фасция. Выполнено вскрытие полости псевдоаневризмы, эвакуировано большое количество тромботических масс разной степени давности, стенки ложной аневризмы резецированы. В области дна псвевдоаневризмы визуализируется ранее имплантированный стент (рис. 7).

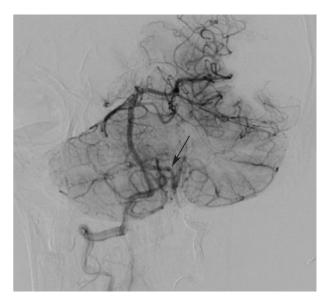


Рис. 6. Результат эмболизации из контралатерального доступа (стрелкой указана дистальная (интракраниальная) часть эмболизированной левой позвоночной артерии)

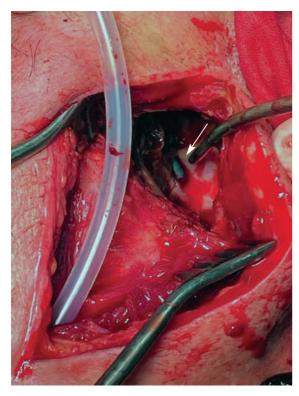


Рис. 7. Ранее имплантированный стент (показан стрелкой)

Полость многократно промыта раствором антисептиков, наложены гемостатические губки. Тщательный гемостаз. Рана ушита наглухо

с оставлением активного дренажа, выведенного через отдельную контрапертуру.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Рана зажила первичным натяжением (рис. 8).

#### Заключение

Псевдоаневризмы позвоночной артерии встречаются редко, хотя возможности их лечения постоянно увеличиваются. Результаты, полученные в настоящем клиническом случае, показали успешное гибридное лечение посттравматической псевдоаневризмы позвоночной артерии с антеградной и ретроградной эмболизацией. Ретроградный доступ к дистальной порции позвоночной артерии расширяет возможности эндоваскулярного лечения сложных аневризм и может способствовать снижению числа осложнений по сравнению с открытой операцией. Возможности коллатерального кровоснабжения головного мозга позволяют избежать неврологических осложнений после эмболизации позвоночной артерии. Коллатеральное артериальное кровоснабжение мозга осуществляется благодаря артериальному (виллизиевому) кругу большого мозга, внечерепным анастомозам между внутренней и наружной сонной и подключичной артериями, а также системам



Рис. 8. Послеоперационная рана  $(a, \delta)$ 



б

анастомозов на поверхности и внутри головного мозга.

- Gunabushanam G., Kummant L., Scoutt L.M. Vertebral artery ultrasound. *Radiol. Clinics North Am.* 2019; 57: 3: 519–33. DOI: 10.1016/j.rcl.2019.01.011
- Matas R. Traumatisms and traumatic aneurisms of the vertebral artery and their surgical treatment with the report of a cured case. Ann. Surg. 1893; 18: 477–521.
- Berguer R. Function and surgery of the carotid and vertebral arteries. Philadelphia, PAUSA: Lippincott Williams&Wilkins; 2014: 51–6.
- Biffl W.L., Ray C.E. Jr, Moore E.E., Franciose R.J., Aly S., Heyrosa M.G. et al. Treatment-related outcomes from blunt cerebrovascular injuries: importance of routine follow-up arteriography. *Ann. Surg.* 2002; 235: 699–706; disc. 707. DOI: 10.1097/00000658-200205000-00012
- Schellenberg M., Owattanapanich N., Cowan S., Strickland M., Lewis M., Clark D.H. et al. Penetrating injuries to the vertebralartery: interventions and outcomes from US trauma centers. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 2022; 48 (1): 481–8. DOI: 10.1007/ s00068-020-01416-y

- Berne J.D., Norwood S.H. Blunt vertebral artery injuries in the era of computed tomographic angiographic screening: incidence and outcomes from 8,292 patients. *J. Trauma*. 2009; 67: 1333–8. DOI: 10.1097/tA.0b013e31818888c7
- Kerwin A.J., Bynoe R.P., Murray J., Hudson E.R., Close T.P., Gifford R.R. et al. Liberalized screening for blunt carotid and vertebral artery injuries is justified. *J. Trauma*. 2001; 51: 308–14. DOI: 10.1097/00005373-200108000-00013
- Mwipatayi B.P., Jeffery P., Beningfield S.J., Motale P., Tunnicliffe J., Navsaria P.H. Management of extra-cranial vertebral artery injuries. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2004; 27: 157–62. DOI: 10.1016/j.ejvs.2003.11.008
- Asensio J.A., Dabestani P.J., Wenzl F.A., Miljkovic S.S., Kessler J.J., Fernandez C.A. et al. A systematic review of penetrating extracranial vertebral artery injuries. *J. Vasc. Surg.* 2020; 71: 2161–9. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.10.084
- Karatela M., Weissler E.H., Cox M.W., Williams Z.F. Vertebral artery transection with pseudoaneurysm and arteriovenous fistula requiring antegrade and retrograde embolization. *J. Vasc. Surg. Cases Innov. Tech.* 2022; 8 (2): 183–6. DOI: 10.1016/ j.jvscit.2022.01.009
- Hisashi K., Rokuya T., Makoto K., Naoto I., Kosumo N., Nakao O. et al. Vertebral arteryo-vertebral artery bypass with interposed radial artery or occipital artery grafts: surgical technique and report of three cases. *World Neurosurg*. 2014; 81 (1): 202.e1-8. DOI: 10.1016/j.wneu.2013.01.025

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.132.2-089.168.1

# Осложнение плечевого артериального доступа после чрескожного коронарного вмешательства

Д.К. Васильев $^{\bowtie}$ , Б.А. Руденко, Д.А. Фещенко, Ф.Б. Шукуров, А.С. Шаноян

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

- Васильев Дмитрий Константинович, мл. науч. сотр., врач рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0003-2602-5006, e-mail: vasilyevdk@gmail.com
- Руденко Борис Александрович, д-р мед. наук, врач рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, руководитель отдела инновационных методов профилактики, диагностики и лечения сердечно-сосудистых и других хронических неинфекционных заболеваний; orcid.org/0000-0003-0346-9069
- **Фещенко Дарья Анатольевна,** врач рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, заведующая операционным блоком; orcid.org/0000-0003-3851-4544
- **Шукуров Фирдавс Баходурович,** врач рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7307-1502
- **Шаноян Артем Сергеевич,** канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенхирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0003-3119-6758

#### Резюме

Сердечно-сосудистые заболевания служат основной причиной смертности и инвалидизации населения во всем мире. Чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) являются важнейшим методом реваскуляризации миокарда, что неизбежно приводит к увеличению количества подобных вмешательств. Данный факт диктует необходимость изучения мер профилактики развития возможных осложнений после эндоваскулярных вмешательств. Самыми изученными и безопасными сосудистыми доступами при ЧКВ служат лучевой и бедренный. Плечевой артериальный доступ применяется при недоступности лучевого и бедренного вариантов. Частота осложнений после плечевого доступа составляет 3,6%, доля случаев ложной аневризмы (ЛА) 0,3–0,7%. Чаще всего данное осложнение регрессирует после проведения мануального гемостаза. В случае развития гигантской ЛА методом выбора служит открытая сосудистая операция на сосудах. Наиболее предпочтительным методом хирургической коррекции ЛА является эндоваскулярное вмешательство. Приводимый клинический пример демонстрирует случай успешного хирургического лечения ЛА с помощью эндоваскулярных методик.

**Ключевые слова:** чрескожное коронарное вмешательство, ишемическая болезнь сердца, ложная аневризма

**Для цитирования:** Васильев Д.К., Руденко Б.А., Фещенко Д.А., Шукуров Ф.Б., Шаноян А.С. Осложнение плечевого артериального доступа после чрескожного коронарного вмешательства. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022; 9 (3): 291–6. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-291-296

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

Поступила 17.05.2022 Принята к печати 08.07.2022

# Complication of brachial arterial access after percutaneous coronary intervention

D.K. Vasil'ev , B.A. Rudenko, D.A. Feshchenko, F.B. Shukurov, A.S. Shanoyan

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

□ Dmitriy K. Vasil'ev, Junior Researcher, Interventional Cardiologist; orcid.org/0000-0003-2602-5006, e-mail: vasilyevdk@gmail.com

**Boris A. Rudenko,** Dr. Med. Sci., Interventional Cardiologist, Head of Department; orcid.org/0000-0003-0346-9069

Dar'ya A. Feshchenko, Interventional Cardiologist, Head of Unit; orcid.org/0000-0003-3851-4544

**Firdavs B. Shukurov,** Interventional Cardiologist; orcid.org/0000-0001-7307-1502 **Artem S. Shanoyan,** Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0003-3119-6758

#### Abstract

Cardiovascular diseases are the main cause of death and disability of the population worldwide. Percutaneous coronary interventions (PCI) are a successful method of vascular revascularization, which inevitably leads to an increase in the number of interventions received. This fact dictates the study of prevention measures for the development of complications after endovascular complications. The most studied and safe vascular diseases available with PCI in the vicinity of the radial and femoral. Shoulder extended access when radial and honorary access is unavailable. The frequency of complications after the shoulder joint is 3.6%, the proportion of pseudoaneurysm (PA) is 0.3–0.7%. The complication of total consumption regresses after manual hemostasis. In the event of a giant PA, vascular intervention is opened by the minister's choice method. The most likely method of surgical correction of PA is endovascular intervention. The given clinical case of successful surgical treatment of PA using endovascular technologies.

Keywords: percutaneous coronary intervention, coronary heart disease, pseudoaneurysm

**For citation:** Vasil'ev D.K., Rudenko B.A., Feshchenko D.A., Shukurov F.B., Shanoyan A.S. Complication of brachial arterial access after percutaneous coronary intervention. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 291–6 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-291-296

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

Received May 17, 2022 Accepted July 8, 2022

## Введение

Сердечно-сосудистые заболевания остаются лидирующей причиной заболеваемости и смертности населения как во всем мире, так и в Российской Федерации [1]. В рамках борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями были организованы сосудистые центры во всех крупных городах России, что неизбежно привело к увеличению количества операций прямой реваскуляризации миокарда. Так, в период с 2010 по 2019 г. количество операций прямой реваскуляризации увеличилось с 80 814 до 650 727 соответственно [2, 3]. Доля чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) в 2018 г. составила 84,9% (221 511) против 15,1% (39 216) для коронарного шунтирования. Доминирующее положение ЧКВ обусловлено малоинвазивностью, отсутствием необходимости в наркозе, меньшей длительностью операции и низкой частотой осложнений. Однако ЧКВ - полноценное кардиохирургическое оперативное вмешательство, которое несет риск развития осложнений. Приведенный клинический случай демонстрирует редкое осложнение после ЧКВ – постпункционную ложную аневризму (ЛА) плечевой артерии.

# Описание случая

Пациентка П., 83 лет, поступила в отделение рентгенхирургических методов диагностики и лечения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» (ФГБУ «НМИЦ ТПМ»)

в ноябре 2021 г. с жалобами на давящую боль за грудиной, чувство нехватки воздуха, возникающие при ускорении темпа ходьбы и проходящие в покое, на приступы неритмичного сердцебиения, шаткость при ходьбе, дестабилизацию артериального давления до 150/100 мм рт. ст., отеки нижних конечностей. Из анамнеза жизни известно, что в течение многих лет пациентка отмечает наличие повышенного артериального давления, на фоне постоянной гипотензивной терапии достигнуты целевые значения артериального давления. Считает себя больной с 2010 г., когда впервые появились давящие, сжимающие боли за грудиной при ходьбе, проходящие в покое в течение 2-3 мин. В марте 2010 г. в ФГБУ «НМИЦ ТПМ» проведена коронарная ангиография, по результатам которой выполнено стентирование передней нисходящей артерии (ПНА), в мае 2010 г. – стентирование правой коронарной артерии (ПКА). После реваскуляризации миокарда боли не беспокоили. С февраля 2017 г. стали появляться сжимающие боли за грудиной, возникающие при нагрузке, усиливающиеся на улице в холодную погоду. Пациентка была госпитализирована в кардиологический стационар городской клинической больницы в Москве, где при обследовании по данным эхокардиографии фракция выброса составила 57%, отмечен умеренный гипокинез нижнего и заднего сегментов на среднем уровне. Выполнена коронарная ангиография, по данной которой выявлен рестеноз в стенте ПНА 90%, стеноз интермедиарной артерии 70%, стеноз ПКА 75%. Было предложено проведение коронарного шунтирования, от которого пациентка категорически отказалась. Была консультирована рентгенэндоваскулярным хирургом ФГБУ «НМИЦ ТПМ». Рекомендовано проведение эндоваскулярного лечения коронарных артерий. В 2017 г. пациентка госпитализирована в ФГБУ «НМИЦ ТПМ», где выполнено стентирование ПНА и ПКА. Летом 2020 г. она перенесла новую коронавирусную инфекцию SARS-COV-2. С начала октября 2021 г. появилась и прогрессировала одышка при ходьбе до 10 м, учащенный неритмичный пульс (выше 100 уд/мин), шаткость при ходьбе, дестабилизация артериального давления до 150/100 мм рт. ст.

На основании данных жалоб, анамнеза, физикального и инструментального обследований выставлен клинический диагноз: ишемическая болезнь сердца: стенокардия напряжения III функционального класса. Постинфарктный кардиосклероз (инфаркт миокарда нижней локализации от 2010 г.). Операция стентирования ПНА и ПКА от 2010 г. Рестеноз в стенте ПНА. Операция стентирования ПНА и ПКА от 2017 г. Перенесенная новая коронавирусная инфекция SARS-COV-2. Дислипидемия. Атеросклероз аорты, брахиоцефальных и коронарных артерий. Гипертоническая болезнь. Нарушение толерантности к глюкозе. Нарушения ритма сердца: постоянная форма фибрилляции предсердий. Риск тромбоэмболических осложнений по шкале CHA2DS2VASc 5 баллов, риск кровотечения по шкале HAS-BLED 3 балла. Хроническая сердечная недостаточность II В стадии, III функциональный класс по NYHA.

На электрокардиограмме при поступлении: фибрилляция предсердий с частотой желудочковых сокращений 56—103 уд/мин. По данным эхокардиографии атеросклероз аорты и створок аортального клапана. Аортальная недостаточность I степени. Гипертрофия межжелудочковой перегородки в области выводного отдела. Дилатация обоих предсердий. Митральная регургитация II степени. Трикуспидальная регургитация II—III степени. Признаки легочной гипертензии.

Учитывая клинику стенокардии напряжения высоких градаций и невозможность выполнения нагрузочной пробы для верификации обструктивного поражения коронарного русла, приняли решение провести диагностическую коронарную ангиографию.

Пульсация на правой лучевой артерии не определялась. В связи с выраженным морбидным ожирением принято решение выполнить пункцию правой плечевой артерии. Под местной анестезией по методике Сельдингера осуществлена пункция правой плечевой артерии. Проведена коронарная ангиография, по данным которой: тип коронарного кровообращения правый, основной ствол левой коронарной артерии не изменен, в проксимальном сегменте ПНА визуализируется стентированный участок с признаками 90% рестеноза (рис. 1). Принято решение выполнить баллонную ангиопластику рестеноза ПНА лекарственным баллоном. Одномоментно осуществлена баллонная ангиопластика рестенозированного участка ПНА баллонным катетером с лекарственным покрытием InPact FALCON 3 × 30 под давлением до 12 атм. и аппликацией в течение 1 мин. На контрольном исследовании отмечен оптимальный ангиографический результат, признаков диссекции и остаточного стеноза нет (рис. 2). Кровоток в артериях TIMI-3. Операция завершена. Интродьюсер из правой плечевой артерии извлечен, наложена давящая повязка. На следующий день после удаления давящей повязки с правой плечевой артерии отмечалась гематома в месте пункции. Выполнено ультразвуковое исследование (УЗИ) места пункции, по данным которого в нижней трети плеча визуализировано обширное, округлое образование с четким внешним контуром, размерами 9×3,5×4,5 см, имеющее соустье

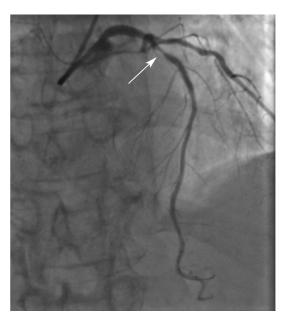


Рис. 1. Коронарная ангиография левой коронарной артерии. В ПНА в проксимальном сегменте 90% рестеноз

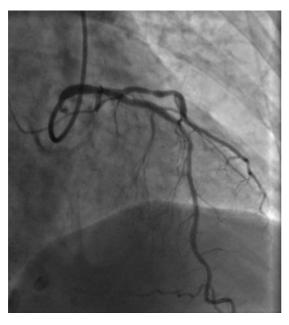


Рис. 2. Результат баллонной ангиопластики ПНА

с плечевой артерией — ЛА. Полость на 95% заполнена тромботическими массами с сохранением просвета в воротах ЛА. По короткой шейке диаметром почти 1 мм и в области дефекта стенки артерии лоцировался высокоскоростной систолодиастолический кровоток (скорость до 2,5 м/с). Исследованные артерии и вены правой верхней конечности проходимы. В течение нескольких дней выполнялся мануальный гемостаз ЛА, который не увенчался успехом. На контрольном УЗИ места пункции отмечалась отрицательная динамика в виде увеличения полости ЛА.

Учитывая данные УЗИ места пункции, прогрессирование размеров гематомы и снижение



Рис. 4. Ангиография добавочной плечевой артерии с признаками экстравазации контрастного вещества в полость ЛА

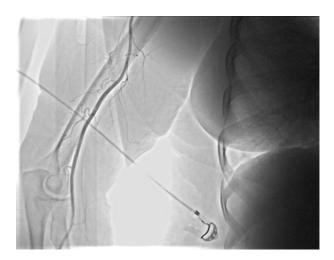


Рис. 3. Ангиография плечевой артерии

уровня гемоглобина до 89 г/л (исходно 130 г/л), приняли решение о проведении ангиографии места пункции правой плечевой артерии для определения дальнейшей тактики лечения.

Выполнена пункция правой общей бедренной артерии. Диагностический катетер установлен в правую подключичную артерию (рис. 3). На ангиограмме визуализированы признаки перфорации добавочной плечевой артерии с экставазацией контрастного вещества в полость ЛА (рис. 4). Принято решение о проведении ангиопластики и стентирования места перфорации стент-графтом (рис. 5). После имплантации стент-графта признаки экстравазации сохранялись (рис. 6). Выполнена постдилатация некомплаенсным баллонным катетером под высоким давлением (18 атм.). На контрольной ангиографии признаков выхода контрастного вещества за пределы сосудистого русла не

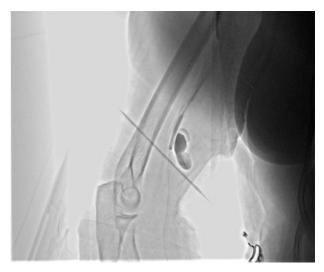


Рис. 5. Имплантация стент-графта в зоне перфорации



Рис. 6. Сохранение экстравазации в полость ЛА после имплантации стент-графта

выявлено (рис. 7). На следующий день выполнено контрольное УЗИ места пункции: отмечена положительная динамика в виде отсутствия кровотока в полости ЛА. Полость на 100% заполнена тромботическими массами. Практически по всей передневнутренней поверхности предплечья наблюдалась обширная организованная гематома без связи с близлежащими сосудами.

В послеоперационном периоде отмечалось улучшение самочувствия пациентки, регрессирование отрицательной динамики в анализах крови. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии с рекомендациями под наблюдение кардиолога по месту жительства.

#### Обсуждение

Осложнения после пункции плечевой артерии встречаются в 3,6% случаев, включающих гематому, ЛА, повреждение нерва, тромбоз и др. [4]. Частота развития ЛА составляет 0,3-0,7% [4, 5]. Риск развития осложнений зависит от диаметра интродьюсера, места пункции артерии, количества попыток и опыта оператора [6]. Развитие осложнений приводит к продленной иммобилизации пациента и госпитализации в стационаре, а также увеличивает потребность в сосудистых операциях. К мерам профилактики развития осложнений при пункции плечевой артерии относят: использование ультразвука для навигации; пункцию артерии с первой попытки, что сохраняет целостность сосудистой стенки; оптимальное место пункции на 2-3 см выше локтевого изгиба; исключение пункции боковой стенки артерии, что может вызвать

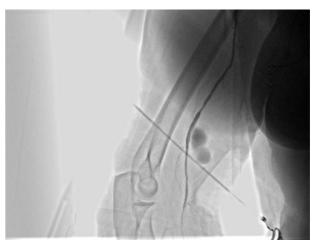


Рис. 7. Финальный результат после дилатации некомплаенсным баллонным катетером. Отсутствие признаков экстравазации в полость ЛА

сложности при мануальном гемостазе. При возникновении парестезии место пункции следует заменить. Важно объяснить пациенту, чтобы он держал руку в корректном положении после гемостаза и снятия повязки, следует осмотреть место пункции для исключения гематомы и ЛА.

Степень и место мануального гемостаза необходимо хорошо выверить. При слабой силе гемостаза возрастает риск развития гематомы и ЛА, особенно на фоне приема антикоагулянтов. При чрезмерной силе воздействия возрастает риск повреждения срединного нерва и тромбоза артерий и вен верхней конечности [7, 8].

Ложная аневризма формируется после неадекватного гемостаза, когда кровь изливается в периваскулярное пространство и формирует пульсирующую гематому. ЛА развивается обычно медленно. Лечение ЛА зависит от размера, локации и патогенеза. Чаще всего удалить осложнение возможно с помощью мануального гемостаза. К хирургическим методам лечения относят резекцию, лигирование, протезирование [5]. Эндоваскулярные методики включают стентирование при помощи стент-графта, эмболизацию проксимального и дистального артериального сегментов и введение тромбина в полость ЛА [9].

В приведенном случае мануальный гемостаз в течение нескольких дней не способствовал улучшению состояния пациентки, ЛА усугубилась и стал снижаться уровень гемоглобина. При инвазивной ангиографии места пункции была выявлена добавочная плечевая артерия, которая имела сообщение с полостью ЛА. Небольшой диаметр артерии и наличие четкой

шейки полости ЛА позволили применить эндоваскулярную методику стентирования стентграфтом с хорошим ангиографическим и клиническим результатом.

#### Заключение

Наиболее безопасными вариантами артериального сосудистого доступа служат лучевой и бедренный. Плечевой артериальный доступ следует применять лишь при недоступности других сосудистых бассейнов и с особой осторожностью. Частота ЛА после плечевого артериального доступа остается низкой, несмотря на увеличение количества эндоваскулярных вмешательств. Меры профилактики и своевременная диагностика позволяют избежать развития грозных осложнений после плечевого артериального доступа, а применение эндоваскулярных методик дает возможность избежать больших хирургических вмешательств.

- Россия в цифрах. 2020: Краткий статистический сборник. М.: Росстат; 2020: 76. Russia in numbers. 2020: Short statistical compendium. Moscow; 2020: 76 (in Russ.).
- Алекян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации — 2017 год.

- Эндоваскулярная хирургия. 2018; 5 (2): 93—240. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-2-93-240
- Alekyan B.G., Grigor'yan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2017). *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2018; 5 (2): 93–240 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-2-93-240
- 3. Бокерия Л.А., Милиевская Е.Б., Кудзоева З.Ф., Прянишников В.В., Скопин А.И., Юрлов И.А. Сердечно-сосудистая хирургия 2018. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ; 2019.
  - Bockeria L.A., Milievskaya E.B., Kudzoeva Z.F., Pryanishnikov V.V., Skopin A.I., Yurlov I.A. Cardiovascular surgery 2018. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2019 (in Russ.).
- Tong Z., Gu Y., Guo L., Guo J., Gao X., Li J. et al. An analysis of complications of brachial and axillary artery punctures. *Am. Surg.* 2016; 82 (12): 1250–6. DOI: 10.1177/000313481608201235
- Armstrong P.J., Han D.C., Baxter J.A., Elmore J.R., Franklin D.P. Complication rates of percutaneous brachial artery access in peripheral vascular angiography. *Ann. Vasc. Surg.* 2003; 17: 107–10. DOI: 10.1007/s10016-001-0339-6
- Scheer B., Perel A., Pfeiffer U.J. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. Crit. Care. 2002; 6: 199–204. DOI: 10.1186/cc1489
- Al Sadi A.K., Omeish A.F., Al-Zaru I.M. Timing and predictors of femoral haematoma development after manual compression of femoral access sites. *J. Pak. Med. Assoc.* 2010; 60: 620–5.
- Kennedy A.M., Grocott M., Schwartz M.S., Modarre H.S., Scott M., Schon F. Median nerve injury: an underrecognised complication of brachial artery cardiac catheterisation? *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 1997; 63: 542–6. DOI: 10.1136/jnnp. 63 4 542
- Lee J.Y., Kim H., Kwon H., Jung S.-N. Delayed rupture of a pseudoaneurysm in the brachial artery of a burn reconstruction patient. World J. Emerg. Surg. 2013; 8 (21). DOI: 10.1186/ 1749-7922-8-21

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.147-036.12-089.819.5:616.98

# Баллонная ангиопластика и стентирование аорто-подвздошного сегмента у пациентки с критической ишемией при подтвержденном COVID-19

 $III.Р. \, \mathcal{A}$ журакулов $^1$ , О.В. Аверков $^1$ , В.И. Вечорко $^1$ , К.В. Ташлиев $^{1 \bowtie}$ , Ю.А. Корниенко $^1$ , В.А. Ступин $^2$ 

- <sup>1</sup>ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 имени О.М. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация
- <sup>2</sup>ФГАОУ «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

**Джуракулов Шухрат Рахманович,** д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-6770-3913

**Аверков Олег Валерьевич,** д-р мед. наук, профессор, зам. главного врача, руководитель Регионального сосудистого центра; orcid.org/0000-0002-1839-4592

**Вечорко Валерий Иванович,** канд. мед. наук, главный врач; orcid.org/0000-0003-3568-5065

□ Ташлиев Кирилл Владимирович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-9533-1181, e-mail: dr\_kvtashliev@mail.ru

**Корниенко Юрий Анатольевич,** врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению **Ступин Виктор Александрович,** д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии; orcid.org/0000-0002-9522-8061

#### Резюме

Представлен клинический случай применения баллонной ангиопластики со стентированием аорто-подвздошного сегмента по методике киссинг-стентирования у пациентки с критической ишемией нижних конечностей на фоне COVID-19. Пациентка Е. 57 лет поступила в клинику с новой коронавирусной инфекцией, подтвержденной лабораторным методом. При обследовании выявлены стеноз инфраренальной части брюшной аорты с участком расслоения, переходящим на правую общую подвздошную артерию, и протяженные окклюзии обеих малоберцовых артерий. Ввиду тяжелого соматического состояния пациентки риск, связанный с проведением общей анестезии, был расценен как высокий, и принято решение об эндоваскулярном вмешательстве в объеме одномоментной двусторонней баллонной ангиопластики и стентирования аорто-подвздошного сегмента. Уже на первые сутки после операции болевой синдром полностью купировался, наблюдался регресс признаков ишемии нижних конечностей. Пациентка была выписана из стационара на 7-е сутки в удовлетворительном состоянии.

**Ключевые слова:** баллонная ангиопластика подвздошных артерий, стентирование аортоподвздошного сегмента, критическая ишемия нижних конечностей, «киссинг»-стентирование, коронавирусная инфекция, COVID-19

**Для цитирования:** Джуракулов Ш.Р., Аверков О.В., Вечорко В.И., Ташлиев К.В., Корниенко Ю.А., Ступин В.А. Баллонная ангиопластика и стентирование аорто-подвздошного сегмента у пациентки с критической ишемией при подтвержденном COVID-19. Эндоваскулярная хирургия. 2022; 9 (3): 297–302. DOI: 10.24183/ 2409-4080-2022-9-3-297-302

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

Поступила 20.06.2022 Принята к печати 08.07.2022

# Aortoiliac balloon angioplasty and stenting in a female patient with critical limb ischemia and confirmed COVID-19

Sh.R. Dzhurakulov¹, O.V. Averkov¹, V.I. Vechorko¹, K.V. Tashliev¹⊠, Yu.A. Kornienko¹, V.A. Stupin²

<sup>1</sup>O.M. Filatov City Clinical Hospital № 15, Moscow, Russian Federation

Shukhrat R. Dzhurakulov, Dr. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-6770-3913
Oleg V. Averkov, Dr. Med. Sci., Professor, Deputy Chief Physician, Head of Regional Vascular Center; orcid.org/0000-0002-1839-4592

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Valeriy I. Vechorko, Cand. Med. Sci., Chief Physician; orcid.org/0000-0003-3568-5065 Kirill V. Tashliev, Physician for X-Ray Endovascular Diagnosis and Treatment; orcid.org/0000-0002-9533-1181, e-mail: dr\_kvtashliev@mail.ru

**Yuriy A. Kornienko,** Physician for X-Ray Endovascular Diagnosis and Treatment **Viktor A. Stupin,** Dr. Med. Sci., Professor, Chief of Chair; orcid.org/0000-0002-9522-8061

#### Abstract

Clinical case of aortoiliac balloon angioplasty with stenting using kissing technique in a female patient with critical lower limb ischemia and COVID-19 is presented. Patient E., 57 years old, was admitted to the clinic with a new coronavirus infection confirmed by a laboratory test. The examination revealed stenosed infrarenal aorta with dissection spreading to the right common iliac artery and occluded peroneal arteries. Due to severe patient's status, the risk associated with general anesthesia was considered as high, and a decision was made to perform endovascular intervention as follows: simultaneous bilateral balloon angioplasty and aortoiliac stenting. On day 1, the pain was completely disappeared, the ischemic signs of the lower extremities regressed. The patient was discharged on day 7 in a satisfactory condition.

**Keywords:** iliac balloon angioplasty, aortoiliac stenting, critical lower limb ischemia, kissing stenting, coronavirus infection, COVID-19

For citation: Dzhurakulov Sh.R., Averkov O.V., Vechorko V.I., Tashliev K.V., Kornienko Yu.A., Stupin V.A. Aortoiliac balloon angio-plasty and stenting in a female patient with critical limb ischemia and confirmed COVID-19. Russian Journal of Endovascular Surgery. 2022; 9 (3): 297–302 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-297-302

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

Received June 20, 2022 Accepted July 8, 2022

#### Введение

Вопрос о проведении операций на брюшной аорте и аорто-подвздошном сегменте является достаточно сложным, требующим рассмотрения всех факторов риска. Сам характер поражения артерий аорто-подвздошного сегмента вариабелен. Изолированное поражение аорты встречается очень редко [1]. В большинстве случаев атеросклеротический процесс поражает бифуркацию аорты и ее терминальный отдел. Такие поражения наблюдаются в 10–24% случаев, атеросклеротические изменения инфраингвинального отдела встречаются более чем у половины больных с поражением аорто-подвздошного сегмента и в 80% случаев являются двусторонними [1, 2]. При оценке поражения сегмента и выборе способа реваскуляризации следует учитывать, что эндоваскулярные вмешательства, как правило, не сопровождаются большой кровопотерей, не предусматривают тяжелой операционной травмы и, как следствие, легче переносятся пациентами. Так, для большинства больных с выраженной сопутствующей патологией обширная многочасовая операция под общим наркозом с использованием продленной вентиляции легких сопряжена с крайне высоким риском [3, 5]. Следует отметить, что пациенты с COVID-19 нуждаются кроме этиотропного лечения в антикоагулянтной и дезагрегантной терапии, что значительно усложняет любое хирургическое вмешательство, особенно реконструктивные операции на магистральных сосудах. Для таких пациентов предпочтительнее выбирать вмешательства с минимально возможной периоперационной травмой.

Эндоваскулярные операции при поражении бифуркации аорты и подвздошных артерий в настоящее время широко распространены в связи с малой инвазивностью, отсутствием необходимости применения общей анестезии и, следовательно, более высокой переносимостью таких операций. Так, в 2018 г. всего в России было выполнено 10 893 открытых реконструктивных и эндоваскулярных операции на аорте и подвздошных сосудах, при этом доля эндоваскулярных вмешательств составила примерно 40% [4]. Можно утверждать, что в последние годы наблюдается рост доли эндоваскулярных вмешательств в общем числе операций на аортоподвздошном сегменте [4-6]. Показатели операционной летальности при открытых хирургических вмешательствах и эндопротезировании составляют 3-6 и 0-1% соответственно [7-9]. В связи с этим эндоваскулярный метод лечения стал особенно целесообразным и дает хорошие ранние и среднесрочные результаты [7, 9]. Отдаленные результаты эндоваскулярных вмешательств сопоставимы с результатами сосудистых реконструкций [3, 5]. Возрастающая роль эндоваскулярных методов лечения стала еще более очевидна в условиях новой коронавирусной инфекции.

# Описание случая

Пациентка Е., 57 лет, поступила в Городскую клиническую больницу № 15 им. О.М. Филатова 4 июля 2020 г. с жалобами на боли в левой нижней конечности в покое, отечность и трофические расстройства (открытые язвы) на левой голени и стопе.

Со слов больной, в течение длительного времени она отмечала появление болей в левой нижней конечности при минимальной физической нагрузке. При амбулаторном обследовании в июле 2020 г. были выявлены стеноз инфраренальной части брюшной аорты с участком расслоения, переходящим на правую общую подвздошную артерию, и протяженные окклюзии обеих малоберцовых артерий. Со временем болевой синдром нарастал, появились трофические расстройства на левой голени и стопе. В связи с этим пациентка была госпитализирована в одну из клиник Москвы для оказания специализированной медицинской помощи. В больнице у пациентки при обследовании была выявлена новая коронавирусная инфекция. В связи с этим больная была переведена в Городскую клиническую больницу № 15 им. О.М. Филатова, перепрофилированную для оказания медицинской помощи пациентам с COVID-19.

На основании жалоб, данных анамнеза, физикального осмотра, результатов лабораторных и инструментальных методов обследования у пациентки были диагностированы атеросклероз аорты и артерий нижних конечностей, критическая ишемия левой нижней конечности, двусторонняя полисегментарная вирусная пневмония, ассоциированная с COVID-19 (КТ2). Из сопутствующей патологии отмечены инсулинонезависимый сахарный диабет с множественными осложнениями, артериальная гипертензия II степени, риск 4, гипохромная анемия средней степени тяжести, тромбоцитопения, перенесенный тромбоз подколенных вен с обеих сторон.

Учитывая особенности течения COVID-19, предоперационная подготовка помимо нагрузочной (клопидогрел 300 мг и аспирин 300 мг), а затем и поддерживающей (клопидогрел 75 мг и аспирин 100 мг) дозы дезагрегантов включала антикоагулянт — эноксапарин 0,8 мг 2 раза в сутки подкожно; противомикробные препараты — метронидазол 250 мг 2 раза в сутки,

препарат «Глево» — 500 мг в сутки, антибиотик — амоксиклав — 1000 мг 3 раза в сутки; антигипоксант — мексидол — 50 мг в сутки внутримышечно; ангиопротектор — пентоксифиллин — 100 мг в сутки внутривенно. Пациентка была консультирована эндокринологом, терапия по поводу инсулинонезависимого сахарного диабета до и после операции включала глюкофаж лонг 1000 мг/сут (стандартное назначение и дозировка при данном течении инсулинонезависимого диабета).

При общем осмотре состояние пациентки было расценено как средней степени тяжести. Локально обращали на себя внимание отечность голеней и стоп с обеих сторон, левая стопа была цианотичной окраски в области тыла и пальцев и прохладнее правой на ощупь. По передней поверхности левой стопы и голени наблюдались множественные трофические дефекты размером в среднем  $1,0 \times 1,5$  см и формирующийся некроз первого пальца стопы. Объем активных движений в левом голеностопном суставе был снижен, чувствительность не нарушена, пульсация определялась в области подколенных артерий, дистальнее отсутствовала.

Правая нижняя конечность была нормальной окраски, теплой на ощупь, движения и чувствительность были сохранены. Пульсация определялась до уровня подколенной артерии, дистально также отсутствовала.

Из отклонений лабораторных показателей крови особо следует отметить снижение уровня гемоглобина до 71 г/л (референсные значения  $120-140\,$  г/л) и эритроцитов до  $2.9\times10^{12}$ /л (референсные значения  $3.9-4.7\times10^{12}$ /л), повышение концентрации С-реактивного белка до  $25\,$  мг/л (референсные значения 0-5мл/л), очень высокий уровень D-димера —  $4225.0\,$  нг/мл (референсные значения  $0-500\,$  нг/мл) и высокое содержание креатинина —  $176\,$  мМ/л (при норме  $53.0-97.0\,$  мМ/л) и мочевины —  $10.5\,$  мМ/л (референсные значения  $2.6-7.2\,$  мМ/л).

При дуплексном ультразвуковом исследовании артерий и вен нижних конечностей, выполненном 5 июля 2020 г., были выявлены признаки посттромбофлебитической болезни вен обеих нижних конечностей. Артериальный кровоток лоцировался с обеих сторон в бедренноподколенном сегменте, обе малоберцовые артерии были окклюзированы на всем протяжении. Лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) на большеберцовых артериях составил справа 0,6, слева -0,5.

По данным компьютерной томографии органов грудной клетки у пациентки была картина вирусной пневмонии обоих легких (COVID-19), соответствовавшая уровню KT2.

При мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением, выполненной 7 июля 2020 г., был диагностирован располагающийся непосредственно над бифуркацией аорты стеноз терминального ее отдела с сужением просвета до 85% (в диаметре) и с участком расслоения, распространяющимся на правую общую подвздошную артерию. Слева и справа магистральные артерии были диффузно изменены без значимых стенозов, определялись протяженные окклюзии обеих малоберцовых артерий (рис. 1, 2).

Был проведен консилиум с участием сосудистых и эндоваскулярных хирургов, и принято

решение в срочном порядке выполнить эндоваскулярное вмешательство на аорто-подвздошном сегменте, так как при открытой сосудистой реконструкции высок риск кровопотери и необходимо проведение общей анестезии с искусственной вентиляцией легких, а у пациентки имеются гипохромная анемия и тромбоцитопения, а также вирусная пневмония, ассоциированная с COVID-19 (KT2).

Под местной анестезией пунктированы обе общие бедренные артерии в ретроградном направлении и установлены интродьюсеры 6 Fr. При аортографии выявлены стеноз терминального отдела брюшной аорты до 85%, стеноз проксимальной и средней третей правой общей подвздошной артерии до 75% и стеноз проксимальной трети левой общей подвздошной артерии до 90% (рис. 3). Бедренные и подколенные







Рис. 1. 3D-реконструкция аорты и артерий нижних конечностей (по сегментам): a — аорто-подвздошный;  $\delta$  — бедренно-подколенный;  $\delta$  — тибиальный





Рис. 2. Мультиспиральная КТ аорто-подвздошного сегмента с контрастным усилением: a – аксиальный срез;  $\delta$  – корональный срез



Рис. 3. Ангиограмма аорто-подвздошного сегмента

артерии проходимы с обеих сторон без гемодинамически значимых стенозов.

Через интродьюсеры в брюшной отдел аорты были проведены диагностические проводники InQwire (Merit Medical, США). По проводникам одномоментно заведены и позиционированы в общих подвздошных артериях с переходом в дистальный отдел брюшной аорты две доставочные системы самораскрывающихся стентов Eluminexx размером 8×100 мм (Bard®, США). Выполнена одновременная имплантация стентов. Системы доставки стентов заменены на баллонные катетеры Mustang размером 8×100 мм (Boston Scientific, США). Проведена дилатация номинальным давлением по «киссинг»-методике (рис. 4).

При контрольной ангиографии отмечено, что просвет терминального отдела брюшной аорты и подвздошных артерий восстановлен, кровоток свободный, остаточные стенозы незначительны (рис. 5). Операция завершена, инструменты удалены, выполнен гемостаз.

Уже в первый день после операции у пациентки полностью купировался болевой синдром и наблюдались признаки регресса ишемии: конечность стала теплее на ощупь, уменьшился отек, вернулся ее физиологический цвет. В послеоперационном периоде продолжалось кон-

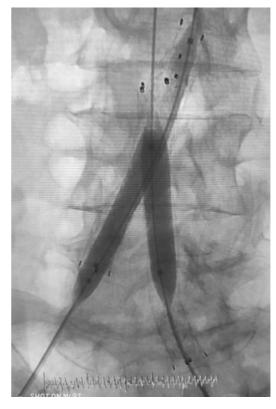


Рис. 4. Баллонная дилатация по «киссинг»-методике

сервативное лечение: инфузионная терапия, двойная дезагрегантная (аспирин 100 мг/сут длительно и клопидогрел 75 мг/сут в течение 6 мес) и антикоагулянтная (эноксапарин 0,8 мг/сут подкожно 1 мес) терапия, лечение



Рис. 5. Контрольная ангиография

статинами (аторвастатин 20 мг/сут). При повторном УЗДС на большеберцовых артериях отмечено увеличение ЛПИ справа до 0.9 и слева — до 0.8. Пациентка была выписана на 7-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии.

# Обсуждение

Эндоваскулярные вмешательства на аорте и магистральных артериях являются относительно новым и весьма эффективным методом лечения пациентов с критической ишемией и тяжелой сопутствующей патологией. Зачастую это единственный метод спасения конечности, а иногда и жизни пациента. Если в 2014 г. в Российской Федерации было выполнено 4197 интервенционных вмешательств на аортоподвздошном сегменте [4], то в 2020 г. их количество увеличилось почти в 1,5 раза и составило 6029 [6, 10], что свидетельствует о росте объемов эндоваскулярных вмешательств.

#### Заключение

Постоянное развитие эндоваскулярных методик позволит внести ощутимый вклад в лечение заболеваний сердечно-сосудистой системы у непростой группы пациентов с критической ишемией и тяжелой сопутствующей патологией, особенно в условиях пандемии COVID-19.

- 1. Троицкий А.В., Хабазов Р.И., Паршин П.Ю., Грязнов О.Г., Лысенко Е.Р., Орехов П.Ю. и др. Сочетанные операции при этажных поражениях аорто-подвздошного и бедренно-подколенного сегментов. Ангиология и сосудистая хирургия. 2005; 11 (2): 113–21.
  - Troitskiy A.V., Khabazov R.I., Parshin P.Yu., Gryaznov O.G., Lysenko E.R., Orekhov P.Yu. et al. Combined surgeries for multiple lesions of the aortoiliac and femoral-popliteal segments. *Angiology and Vascular Surgery*. 2005; 11 (2): 113–21 (in Russ.).

- 2. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. М.; 2019. National guidelines for diagnostics and treatment of lower extremity peripheral artery disease. Moscow; 2019 (in Russ.).
- Затевахин И.И., Коков Л.С., Шиповский В.Н., Джуракулов Ш.Р., Ерошкин И.А. Диагностика и эндоваскулярное лечение артериальной недостаточности нижних конечностей. М.: Наука; 2019.
  - Zatevakhin I.I., Kokov L.S., Shipovskiy V.N., Dzhurakulov Sh.R., Eroshkin I.A. Diagnostics and endovascular treatment of arterial lower limb insufficiency. Moscow; 2019 (in Russ.).
- Покровский А.В., Головюк А.Л. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2018 году. Ангиология и сосудистая хирургия. 2019; 25 (2, прилож.): 25–7.
   Pokrovskiy A.V., Golovyuk A.L. The status of vascular surgery in the Russian Federation in 2018. Angiologiya and Vascular Surgery. 2019; 25 (2, appl.): 25–7 (in Russ.).
- Squizzato F., D'Oria M., Bozza R., Porcellato L., Grego S., Lepidi S. Propensity-matched comparison of endovascular versus open reconstruction for TASC-II C/D aortoiliac occlusive disease. *Ann. Vasc. Surg.* 2021; 71: 84–95. DOI: 10.1016/ j.avsg.2020.08.139
- 6. Бокерия Л.А., Алекян Б.Г. Ренттенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации в 2015 году. М.; 2016. Bockeria L.A., Alekyan B.G. X-ray endovascular diagnosis and treatment of diseases of the heart and blood vessels in the Russian Federation in 2015. Moscow; 2016 (in Russ.).
- Mendes B.C., Oderich G.S., Sandri G.A., Johnstone J.K., Shuja F., Manju K. et al. Comparison of perioperative outcomes of patients with iliac aneurysms treated by open surgery or endovascular repair with iliac branch endoprosthesis. *Ann. Vasc.* Surg. 2019; 60: 76–84. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.05.003
- Zhorzel S., Busch A., Trenner M., Reutersberg B., Salvermoser M., Eckstein H.H., Zimmermann A. Open versus endovascular repair of isolated iliac artery aneurysms. *Vasc. Endovascu-lar. Surg.* 2019; 53 (1): 12–20. DOI: 10.1177/1538574418798418
- De Cort B.A., Salemans P.B., Fritschy W.M., Pierie M.E.N., Lind R.C. Long-term outcome for covered endovascular reconstruction of aortic bifurcation for aortoiliac disease: A single-center experience. *J. Endovasc. Ther.* 2021; 28 (6): 906–13. DOI: 10.1016/j.jvs.2008. 01.050
- Алекян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации 2020 год. Эндоваскулярная хирургия. 2021; 8 (Специальный выпуск): S5–248. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8S-S5-S248
  - Alekyan B.G., Grigor'yan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2020). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2021; 8 (Special Issue): S5–248 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8S-S5-S248