



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

www.endovascular.ru

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

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

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

Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламных материалов

**Ответственный секретарь**  
Стаферов А.В.

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

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

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

Номер подписан в печать 25.09.2020  
Формат 60×88 1/8  
Печ. л. 13,3  
Усл. печ. л. 12,9  
Уч.-изд. л. 11,2  
Печать офсетная  
Тираж 1000 экз.

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

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

**Журнал индексируется:**  
Российский индекс  
научного цитирования

ISSN 2409-4080



9 772409 408770 >

Эндоваскулярная хирургия  
2020; 7 (3): 213–318  
**DOI:** 10.24183/2409-4080-2020-7-3

# 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»

## 2020 • Т. 7 • № 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)  
Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург)  
Крестьянинов О.В., кандидат мед. наук (Новосибирск)  
Меркулов Е.В., доктор мед. наук (Москва)  
Палеев Ф.Н., чл.-корр. РАН (Москва)  
Пурсанов М.Г., доктор мед. наук (Москва)  
Раймерс Б. (Милан, Италия)  
Самко А.Н., профессор (Москва)  
Скрыпник Д.В., профессор (Москва)  
Федорченко А.Н., доктор мед. наук (Краснодар)  
Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)  
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)  
Затвахин И.И., академик РАН (Москва)  
Караськов А.М., академик РАН  
(Новосибирск)  
Мазаев В.П., профессор (Москва)  
Подзолков В.П., академик РАН (Москва)  
Покровский А.В., 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)  
Чигогидзе Н.А., кандидат мед. наук (Москва)  
Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)  
Шляхто Е.В., академик РАН  
(Санкт-Петербург)  
Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)  
Шпектор А.В., профессор (Москва)



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

www.endovascular.ru

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

#### Editorial Office

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

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

**The journal is indexed:**  
Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery  
2020; 7 (3): 213-318  
**DOI:** 10.24183/2409-4080-2020-7-3

# Russian Journal of Endovascular Surgery

## Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

**DOI:** 10.24183/2409-4080

### 2020 • Vol. 7 • 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)

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)

Merkulov E.V., PhD (Moscow)

Paleev F.N., Corresponding Member  
of RAS (Moscow)

Pursanov M.G., PhD (Moscow)

Reimers B. (Milan, Italy)

Samko A.N., Professor (Moscow)

Skrypnik D.V., Professor (Moscow)

#### Advisory Board

Akchurin R.S., Academician of RAS (Moscow)

Barbarash L.S., Academician of RAS (Kemerovo)

Belov Yu.V., Academician of RAS (Moscow)

Belozеров G.E., Professor (Moscow)

Bockeria L.A., Academician of RAS (Moscow)

Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)

Chestukhin V.V., Professor (Moscow)

Chigogidze N.A., PhD (Moscow)

Dzemeshevich 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)

Khbulava G.G., Academician of RAS

(Saint Petersburg)

Mazaev V.P., Professor (Moscow)

Podzolkov V.P., Academician of RAS (Moscow)

Pokrovskiy A.V., 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

(Nizhny 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 (COPE), Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE).

Индексируется в Российском индексе научного цитирования.

Выходит один раз в три месяца.

Публикация в журнале бесплатна.

## Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya)

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

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

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

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

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

## СОДЕРЖАНИЕ

От главного редактора

**Оригинальные статьи**

**Алекян Б.Г., Карапetyан Н.Г., Мелешенко Н.Н., Ревизишли А.Ш.** Эффективность применения показателя моментального резерва коронарного кровотока в оптимизации реваскуляризации миокарда

**Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Пономарёв Д.Н., Артёмов С.Н., Черныашвили А.М.** Новый тактический алгоритм для выбора эндоваскулярной стратегии у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий

**Кавтеладзе З.А., Глаголев В.Э., Орлов М.Н., Асатрян К.В., Ермолаев П.М., Брутян Г.А., Даниленко С.Ю.** Эндоваскулярная хирургия при остром коронарном синдроме с подъемом сегмента ST у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла в зависимости от типа кровоснабжения

**Кавтеладзе З.А., Парнес Л.Е., Ермолаев П.М., Даниленко С.Ю., Брутян Г.А., Асатрян К.В.** Эндоваскулярное лечение поражений коронарных артерий малого диаметра: за и против

**Фомин В.Н., Руденко Б.А., Араблинский А.В., Шаноян А.С., Драткина О.М.** Использование оптической когерентной томографии для сравнительного анализа причин рецидива стенокардии после имплантации различных типов стентов в течение двухлетнего периода наблюдения

**Алекян Б.Г., Покровский А.В., Зотиков А.Е., Карапetyан Н.Г., Чупин А.В., Варава А.Б., Ушаков А.А., Новак А.Я., Норвардьян А.М., Седгарян М.А.** Госпитальные результаты чрескожных коронарных вмешательств и хирургических операций на артериях нижних конечностей у пациентов с критической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца

**Клинические наблюдения**

**Рудаков В.В., Келехсаева С.Ф., Каракулов О.Г., Куропаткин Г.В., Арабаджян С.И.** Эндоваскулярная эмболизация ветвей подколенной артерии как метод лечения болевого синдрома у пациентов с гонартрозом

**Стаферов А.В., Сорокин А.В., Конев А.В., Воронин С.В., Дундуа Д.П.** Эндоваскулярное лечение пациента с рецидивом стенокардии после операции аортокоронарного шунтирования с применением методики ретроградной реканализации правой коронарной артерии через окклюзированный аутовенозный шунт

**Рзаева К.А., Хелимский Д.А., Гранкин Д.С., Крестьянинов О.В., Черныашвили А.М.** Успешное эндоваскулярное закрытие двух псевдоаневризм корня аорты после протезирования аортального клапана

**Оганесян О.А., Бухтояров А.Ю., Лясковский К.О., Волколуп О.С., Богдан А.П., Габриель С.А., Дурлештер В.М., Оганесян А.А.** Эндоваскулярное лечение дисфункции артериовенозной фистулы при обструкции центральных вен

**Шендеров С.В., Курникова Е.А., Тугбаев М.В., Савелло А.В., Беляева Е.Л., Кармазанашвили Е.Г.** Успешное симультанное эндоваскулярное лечение острого ишемического инсульта и острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST

Правила для авторов

## CONTENTS

217 From the Editor-in-Chief

**Original articles**

218 **Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Meleshenko N.N., Revishvili A.Sh.** Efficiency of application of the indicator of instantaneous wave-free ratio in optimizing myocardial revascularization

228 **Krestyaninov O.V., Khelinskii D.A., Badoian A.G., Ponomarev D.N., Artemenko S.N., Chernyashvili A.M.** New algorithm for endovascular treatment of chronic coronary total occlusions

237 **Kavteladze Z.A., Glagolev V.E., Orlov M.N., Asatryan K.V., Ermolaev P.M., Brutyan G.A., Danilenko S.Yu.** Endovascular surgery for acute coronary syndrome with ST segment elevation in patients with multivessel coronary artery disease according to coronary artery dominance

245 **Kavteladze Z.A., Parnes L.E., Ermolaev P.M., Danilenko S.Yu., Brutyan G.A., Asatryan K.V.** Endovascular treatment of small diameter coronary artery lesions: pros and cons

252 **Fomin V.N., Rudenko B.A., Arablinskiy A.V., Shanoyan A.S., Drapkina O.M.** Use of optical coherence tomography in a comparative analysis of angina pectoris recurrence after stent implantation in the course of a two-year observation

265 **Alekyan B.G., Pokrovskiy A.V., Zotikov A.E., Karapetyan N.G., Chupin A.V., Varava A.B., Ushakov A.A., Novak A.Ya., Norvardyan A.M., Sedgaryan M.A.** Hospital results of percutaneous coronary interventions and surgical operations on lower limb arteries in patients with critical lower limb ischemia combined with coronary artery disease

**Case reports**

274 **Rudakov V.V., Kelehsaeva S.F., Karakulov O.G., Kuropatkin G.V., Arabadzhyan S.I.** Endovascular genicular artery embolization as a treatment for pain syndrome in patients with knee osteoarthritis

280 **Staferov A.V., Sorokin A.V., Konev A.V., Voronin S.V., Dundua D.P.** Endovascular treatment of a patient with recurrent angina after coronary artery bypass grafting using the technique of retrograde recanalization of the right coronary artery through an occluded autovenous shunt

293 **Rzaeva K.A., Khelinskii D.A., Grankin D.S., Krestyaninov O.V., Chernyashvili A.M.** Endovascular closure of 2 pseudoaneurysms of the aortic root after surgical aortic valve replacement

297 **Oganesyan O.A., Bukhtoyarov A.Yu., Lyashkovskiy K.O., Volkolup O.S., Bogdan A.P., Gabriel' S.A., Durleshter V.M., Oganesyan A.A.** Endovascular treatment of dysfunctional arteriovenous fistula due to central veins obstruction

304 **Shenderov S.V., Kurnikova E.A., Tugbaev M.V., Savello A.V., Belyaeva E.L., Karmazanashvili E.G.** Successful endovascular treatment of acute ischemic stroke and ST-elevation myocardial infarction

312 Guide for authors

## От главного редактора

### Уважаемые коллеги!

Рад представить вашему вниманию очередной, 3-й в текущем 2020 году номер журнала «Эндоваскулярная хирургия». В этом номере опубликовано 11 статей, в которых затронуты многие вопросы современной эндоваскулярной хирургии. Большинство исследований посвящено различным аспектам оптимизации интервенционного лечения ишемической болезни сердца.

Так, в работе коллектива авторов из НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого представлены первые результаты изучения моментального резерва коронарного кровотока, позволившие оптимизировать объем реваскуляризации миокарда у больных ИБС с многососудистым поражением венечных артерий. В работе О.В. Крестьянинова и соавт. из НМИЦ им. академика Е.Н. Мешалкина представлен оригинальный алгоритм эндоваскулярного лечения пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий, который дает возможность повысить частоту успешных процедур реканализации на основе разработанной авторами шкалы прогнозирования, а также результатов сравнительной оценки различных хирургических стратегий. Перекликается с тематикой данной работы клиническое наблюдение, представленное А.В. Стаферовым и соавт. из ФНКЦ ФМБА России, в котором показан комплексный подход к лечению пациента с рецидивом стенокардии после операции АКШ, в том числе с применением методики комбинированной антеро-ретроградной реканализации через окклюзированный аутовенозный шунт. Две работы З.А. Кавталадзе и соавт. посвящены различным аспектам эндоваскулярного лечения ИБС: в первой представлен собственный опыт и результаты эндоваскулярного лечения больных с инфарктом миокарда и элевацией сегмента ST в зависимости от типа коронарного кровоснабжения миокарда, а во второй рассмотрены различные аспекты интервенционного лечения при поражении коронарных артерий малого диаметра. Результатам применения оптической когерентной томографии с целью выявления причин рецидивирования стенокардии после имплантации различных типов стентов в отдаленном периоде наблюдения посвящена работа В.Н. Фомина и соавт. Крайне важная тема, затрагивающая возможности комбинированного лечения больных мультифокальным атеросклерозом в сочетании с коронарной болезнью сердца и стенозирующими поражениями артерий нижних конечностей, рассмотрена в оригинальной статье коллектива авторов из НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого, в которой подробно представлены подходы и клинические результаты лечения 94 пациентов за трехлетний период.



Возможности эмболизационной терапии в лечении болевого синдрома у пациентов с гонартрозом освещены в работе В.В. Рудакова и соавт. Крайне интересное клиническое наблюдение коллектива авторов из НМИЦ им. академика Е.Н. Мешалкина демонстрирует современные возможности эндоваскулярной хирургии в лечении множественных псевдоаневризм корня аорты после протезирования аортального клапана. В работе С.В. Шендерова и соавт. представлен клинический случай успешного симультанного эндоваскулярного лечения острого ишемического инсульта и острого инфаркта миокарда. Работа коллектива авторов из Краевой клинической больницы № 2 (г. Краснодар) посвящена эндоваскулярному лечению дисфункции артериовенозной фистулы при обструкции центральных вен.

Надеемся, что спектр тем, рассмотренных в 3-м номере журнала «Эндоваскулярная хирургия», будет интересен и полезен каждому специалисту по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, кардиологу и сердечно-сосудистому хирургу независимо от опыта работы, профессиональной сферы интересов и предпочтений.

Проведенный редакцией журнала анализ данных РИНЦ за 2019 г. позволил выявить, что практически все показатели публикационной активности возросли в несколько раз по сравнению с 2018 г. В качестве примера приведу некоторые из них: двухлетний импакт-фактор общий 0,727 против 0,236, по ядру — 0,325 против 0,083; пятилетний импакт-фактор общий 0,447 против 0,193, по ядру — 0,195 против 0,05; общее число цитирований журнала за год 82 против 37; показатель журнала в рейтинге SCIENCE INDEX 0,201 против 0,023; место журнала в рейтинге SCIENCE INDEX 1804 против 3629. Только по этим нескольким показателям видно, насколько более интересным, популярным, востребованным стало наше издание. Журнал «Эндоваскулярная хирургия» — продукт коллективного творчества высокопрофессиональных членов редакционной коллегии и редакционного совета, а также, самое главное, талантливых, инициативных авторов.

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

*Оригинальные статьи*

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.127-053.9-089.844-073.756.8:616.132.2-008

## Эффективность применения показателя моментального резерва коронарного кровотока в оптимизации реваскуляризации миокарда

*Б.Г. Алякян, Н.Г. Карапетян, Н.Н. Мелешенко, А.Ш. Ревишвили*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» (директор – академик РАН А.Ш. Ревишвили) Минздрава России, ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, 117997, Российская Федерация

Алякян Баграт Гегамович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, руководитель Центра рентгенэндоваскулярной хирургии; [orcid.org/0000-0001-6509-566X](https://orcid.org/0000-0001-6509-566X)

Карапетян Нарек Григорьевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; [orcid.org/0000-0002-7623-8635](https://orcid.org/0000-0002-7623-8635)

Мелешенко Николай Николаевич, аспирант, рентгенэндоваскулярный хирург; [orcid.org/0000-0002-4204-1092](https://orcid.org/0000-0002-4204-1092)

Ревишвили Амиран Шотаевич, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, директор; [orcid.org/0000-0003-1791-9163](https://orcid.org/0000-0003-1791-9163)

**Цель исследования** – определить эффективность применения методики оценки моментального резерва кровотока (мРК) у пациентов с пограничными сужениями коронарных артерий при выборе метода реваскуляризации миокарда и сравнить мРК-стратегию со стратегией консилиума «сердечной команды» без измерения мРК, на основе данных только селективной коронароангиографии (КАГ).

**Материал и методы.** В НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневского с сентября 2018 г. по январь 2020 г. было выполнено измерение мРК у 61 пациента с пограничным поражением коронарных артерий: у 17 (28%) из них было однососудистое, у 28 (46%) – двухсосудистое, у 16 (26%) – трехсосудистое поражение коронарного русла с поражением ствола левой коронарной артерии или передней межжелудочковой артерии. Общее количество измерений мРК коронарных артерий – 21. Средний возраст пациентов составил 68,2±8,4 года (от 52 до 87 лет). Из них было 50 (82%) мужчин и 11 (18%) женщин. Безболевого ишемия миокарда наблюдалась у 18 (29%) пациентов, стенокардия напряжения II ФК – у 20 (33%), III ФК – у 20 (33%), IV ФК – у 3 (5%) пациентов.

**Результаты.** На основе изучения данных КАГ 9 (15%) пациентам «сердечная команда» рекомендовала проведение коронарного шунтирования (КШ), 22 (36%) – чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) со стентированием двух коронарных артерий, 25 (41%) – ЧКВ со стентированием одной коронарной артерии и 5 (8%) – проведение оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ). После измерения мРК КШ не было выполнено ни одному из 9 пациентов в связи с отсутствием тяжелого трехсосудистого поражения коронарных артерий, ЧКВ со стентированием двух коронарных артерий было проведено только у 6 (10%) из 22 запланированных пациентов, ЧКВ со стентированием одной коронарной артерии – у 34 (56%) вместо 25 запланированных пациентов, а 21 (34%) пациенту была рекомендована ОМТ ввиду незначимого поражения коронарного русла. После оценки мРК было имплантировано 34 стента 34 пациентам с поражением одной коронарной артерии, 12 стентов – 6 пациентам с поражением двух коронарных артерий. При этом консилиумом «сердечной команды» с учетом только данных КАГ предполагалось проведение ЧКВ с имплантацией 25 стентов у 25 пациентов с поражением одной коронарной артерии и 44 стентов – у 22 пациентов с поражением двух коронарных артерий. Неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (смерть, инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация миокарда) в госпитальный период не было.

**Заключение.** У 34% больных, которым планировалось выполнить реваскуляризацию миокарда (КШ, ЧКВ со стентированием одной и двух коронарных артерий), оценка мРК привела к отказу от проведения какой-либо реваскуляризации миокарда и назначению им ОМТ. После оценки мРК у 56% пациентов было выполнено ЧКВ только одной коронарной артерии, тогда как ранее предполагалось провести как КШ, так и ЧКВ со стентированием одной и двух коронарных артерий. КШ не было выполнено ни у одного из запланированных 9 пациентов в связи с отсутствием тяжелого трехсосудистого поражения коронарных артерий.

**Ключевые слова:** моментальный резерв кровотока; фракционный резерв кровотока; чрескожные коронарные вмешательства; многососудистое поражение коронарных артерий; «сердечная команда».

**Для цитирования:** Алякян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н., Ревишвили А.Ш. Эффективность применения показателя моментального резерва коронарного кровотока в оптимизации реваскуляризации миокарда. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 218–27. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-218-227

**Для корреспонденции:** Мелешенко Николай Николаевич; E-mail: [dr.meleshenko\\_nn@mail.ru](mailto:dr.meleshenko_nn@mail.ru)

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

Поступила 20.08.2020  
Принята к печати 28.08.2020

## Efficiency of application of the indicator of instantaneous wave-free ratio in optimizing myocardial revascularization

B.G. Alekyan, N.G. Karapetyan, N.N. Meleshenko, A.Sh. Revishvili

Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, 117997, Russian Federation

Bagrat G. Alekyan, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS, Head of Endovascular Surgery Center; orcid.org/0000-0001-6509-566X

Narek G. Karapetyan, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7623-8635

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

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

**Objective.** To determine the effectiveness of instantaneous coronary flow reserve (iFR) in patients with intermediate coronary stenoses for myocardial revascularization strategy approach and to compare the iFR strategy with the strategy of the “heart team” consultation without measuring iFR based on angiography data only.

**Material and methods.** In the Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, from September 2018 to January 2020, iFR was measured in 61 patients with intermediate coronary stenoses: 17 (28%) of them had single-vessel, 28 (46%) had two-vessel, 16 (26%) had three-vessel lesion of the coronary arteries with left main coronary artery lesions or the left anterior descending artery. The total number of coronary artery iFR measurements was 121. The average age of patients was 68.2±8.4 years (from 52 to 87 years). Of these, there were 50 (82%) male and 11 (18%) female. Silent myocardial ischemia was observed in 18 (29%) patients, CSS 2 – in 20 (33%), CSS 3 – in 20 (33%), CSS 4 – in 3 (5%) patients.

**Results.** Based on the study of coronary angiography data, 9 (15%) of 61 patients, the “heart team” recommended coronary artery bypass grafting (CABG), 22 (36%) – percutaneous coronary intervention (PCI) with stenting of two coronary arteries, 25 (41%) – PCI with stenting of one coronary artery and 5 (8%) – optimal medical therapy (OMT). After iFR measurement, CABG was not performed in any of 9 patients due to the absence of severe three-vessel lesion of the coronary arteries, PCI with stenting of two coronary arteries was performed only in 6 (10%) of 22 planned patients, PCI with stenting of one coronary artery – in 34 (56%) instead of 25 planned patients, and 21 (34%) patients were recommended OMT due to insignificant damage to the coronary bed. After iFR, 34 stents were implanted in 34 patients with lesions of one coronary artery, 12 stents – in 6 patients with lesions of two coronary arteries. At the same time, the “heart team” decision, based only on coronary angiography data, assumed PCI with implantation of 25 stents in 25 patients with one coronary artery disease and 44 stents in 22 patients with two coronary artery disease. There were no adverse cardiovascular events (death, myocardial infarction, repeated myocardial revascularization) during the hospital period.

**Conclusion.** In 34% of patients who were planned for myocardial revascularization (CABG, PCI with stenting of one and two coronary arteries), the use of iFR led to the refusal of any myocardial revascularization and the appointment of OMT. After iFR, 56% of patients underwent PCI of only one coronary artery, which was previously supposed to undergo both CABG and PCI with stenting of one and two coronary arteries. CABG was not performed in any of the planned 9 patients due to the absence of severe three-vessel coronary artery disease.

**Keywords:** instantaneous wave-free ratio; fractional reserve of blood flow; percutaneous coronary intervention; multivessel coronary artery disease; “heart team”.

**For citation:** Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Meleshenko N.N., Revishvili A.Sh. Efficiency of application of the indicator of instantaneous wave-free ratio in optimizing myocardial revascularization. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 218–27 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-218-227

**For correspondence:** Nikolay N. Meleshenko; E-mail: dr.meleshenko\_nn@mail.ru

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

Received August 20, 2020  
Accepted August 28, 2020

### Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания представляют собой основную причину смерти во всем мире. Так, в 2016 г. от них умерли 17,9 млн человек, из которых 8,8 млн умерли от ишемической болезни сердца (ИБС), и число смертей от ИБС продолжает расти с каждым годом [1].

За последнее десятилетие и в мире, и в России произошло увеличение количества выполненных операций реваскуляризации миокарда – чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) и коронарных шунтирований (КШ). Так,

в 2010 г. ЧКВ в России были проведены у 52 893 пациентов (65% от всех выполненных реваскуляризований миокарда), а КШ – у 27 921 (35%). В 2018 г. доля ЧКВ в стране составила уже 84,9% (221 511 операций), а КШ – 15,1% (39 216) от общего количества (260 727) реваскуляризований миокарда [2–4]. В 2019 г. количество ЧКВ по сравнению с 2018 г. увеличилось на 14,8% и составило 254 368 операций [5].

Несмотря на то что до настоящего времени «золотым стандартом» в инвазивной диагностике ИБС остается селективная коронароангиография (КАГ), сегодня доказано, что принятие решения о проведении реваскуляризации мио-

карда только по данным коронарографии не является оптимальным [6–9]. Особенно сложна интерпретация пограничных сужений коронарных артерий. В настоящее время, согласно данным Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда 2018 г., пограничным сужением коронарных артерий является поражение от 40 до 90%, иными словами, подавляющее большинство поражений коронарных артерий [9].

Для объективной оценки пациентов с симптомами ИБС рекомендуется выполнить неинвазивные методы верификации ишемии миокарда в качестве исследований первого выбора [10]. По данным Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда 2018 г., такие неинвазивные методы визуализации ишемии, как магнитно-резонансная томография сердца, стресс-эхокардиография, однофотонная эмиссионная томография, позитронно-эмиссионная томография в сочетании со стресс-тестом, сцинтиграфия миокарда могут быть выполнены для оценки ишемии и жизнеспособности миокарда у пациентов с ИБС перед проведением реваскуляризации. Однако при наличии многососудистого или рубцового поражения миокарда диагностическая ценность вышеуказанных методов снижается [10–13]. Также эти методы могут демонстрировать ложноотрицательные результаты в связи с многососудистым поражением, что является их существенным недостатком [14, 15].

В настоящее время в соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда 2018 г. для оценки функциональной значимости пограничных сужений коронарных артерий (сужения от 40 до 90%) используются как неинвазивные, так и инвазивные методы верификации ишемии [9]. Основным инвазивным методом функциональной оценки является определение фракционного резерва кровотока (ФРК). Данная методика основана на измерении градиента давления при создании максимальной гиперемии путем введения вазодилатора в коронарную артерию [16, 17]. Современные исследования [18–20] продемонстрировали, что пограничным значением, при котором выполняется реваскуляризация миокарда, является показатель 0,80 и менее.

В случаях многососудистого пограничного сужения коронарных артерий применение инвазивных методов функциональной диагности-

ки имеет ключевое значение при принятии решения о стратегии реваскуляризации миокарда [9, 21–23]. Однако основным ограничением данного метода является повышенный риск возникновения осложнений, связанных с введением вазодилаторов [24, 25]. При использовании папаверина частота возникновения таких жизненно опасных нарушений ритма, как желудочковая тахикардия и фибрилляция желудочков, составляет 0,67–8,8% случаев [26]. Кроме того, при применении вазодилаторов возможно развитие бронхоспазма и атриовентрикулярной блокады [16].

Выходом из такой ситуации является внедрение модифицированного метода ФРК – моментального резерва кровотока (мРК), при котором не требуется введение вазодилаторов. Данный метод позволяет проводить измерение градиента давления в определенный момент фазы диастолы сердечного цикла, именуемый «безволновым» периодом (“wave free period”). Метод определения моментального резерва кровотока продемонстрировал высокую диагностическую ценность, сопоставимую с ФРК [27–29]. Согласно результатам последних крупных исследований, при значении мРК  $\leq 0,89$  поражение венечной артерии признается значимым [20, 21].

С момента внедрения методики измерения мРК в клиническую практику отмечается постоянный рост выполнения этих исследований во всем мире. Так, в 2011 г. в России в 15 центрах было проведено измерение ФРК у 224 пациентов, а в 2019 г. – уже у 1325 [3, 5].

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда 2018 г., метод измерения мРК может рассматриваться как альтернатива традиционному измерению ФРК. В случаях, когда нет данных за наличие ишемии, рекомендуется измерение ФРК/мРК для оценки гемодинамической значимости пограничных стенозов коронарных артерий (класс рекомендаций I, уровень достоверности A). При многососудистом поражении коронарных артерий применение метода ФРК имеет класс рекомендаций IIa, уровень достоверности B.

Большинство ЧКВ (более 60–65%) в мире выполняется в связи с острым коронарным синдромом. В остальных 35–40% случаев плановых ситуаций необходимо осуществить выбор между ЧКВ и КШ, учитывая специфику пациента, плюсы и минусы каждого метода и, са-

мое главное, значимость поражений коронарных артерий. Таким образом, в клинической практике при реваскуляризации миокарда у больных со стабильной ИБС имеются два альтернативных метода лечения – ЧКВ и КШ. Зачастую анатомия коронарных артерий и значение SYNTAX Score у больных с трехсосудистым поражением требуют выполнения КШ. Однако при определении МРК некоторые поражения могут быть признаны незначимыми, а следовательно, пациенты могут быть переведены из более тяжелой группы в относительно легкую, при которой требуется выполнение ЧКВ или вовсе не нужна реваскуляризация.

Целью нашего исследования является определение эффективности применения МРК для оптимизации реваскуляризации миокарда.

### Материал и методы

Всем пациентам, включенным в исследование, были выполнены селективная КАГ и измерение МРК всех пограничных стенозов (50,0–90,0% по диаметру, согласно данным ангиографии) перед проведением предполагаемого вмешательства. Пациентам без трехсосудистого значимого поражения коронарных артерий выполнялись ЧКВ или их направляли на оптимальную медикаментозную терапию при отсут-

ствии значимых поражений. Далее данные КАГ без результатов МРК обсуждались на консилиуме «сердечной команды» и проводился выбор стратегии лечения на основании данных только коронарограмм. В состав консилиума «сердечной команды» входили два кардиолога, три сердечно-сосудистых хирурга, три рентгенэндоваскулярных хирурга, а также другие специалисты при необходимости. На заседании консилиума принималось решение по поводу стратегии лечения – выбор метода реваскуляризации (КШ или ЧКВ) или оптимальная медицинская терапия. Также принималось решение о количестве стентов и шунтов, которые планируется установить. Был проведен сравнительный анализ стратегии, выбранной на основании данных коронарограмм, и фактической стратегии на основании данных МРК (рис. 1).

Значимым поражением коронарных артерий считалось поражение, в бассейне которого МРК был менее 0,89.

В НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского с сентября 2018 г. по январь 2020 г. селективная КАГ и измерение МРК были выполнены у 61 пациента с поражением коронарных артерий: у 17 (28%) – при однососудистом, у 28 (46%) – при двухсосудистом, у 16 (26%) – при трехсосудистом поражении венечных артерий с вовлечени-

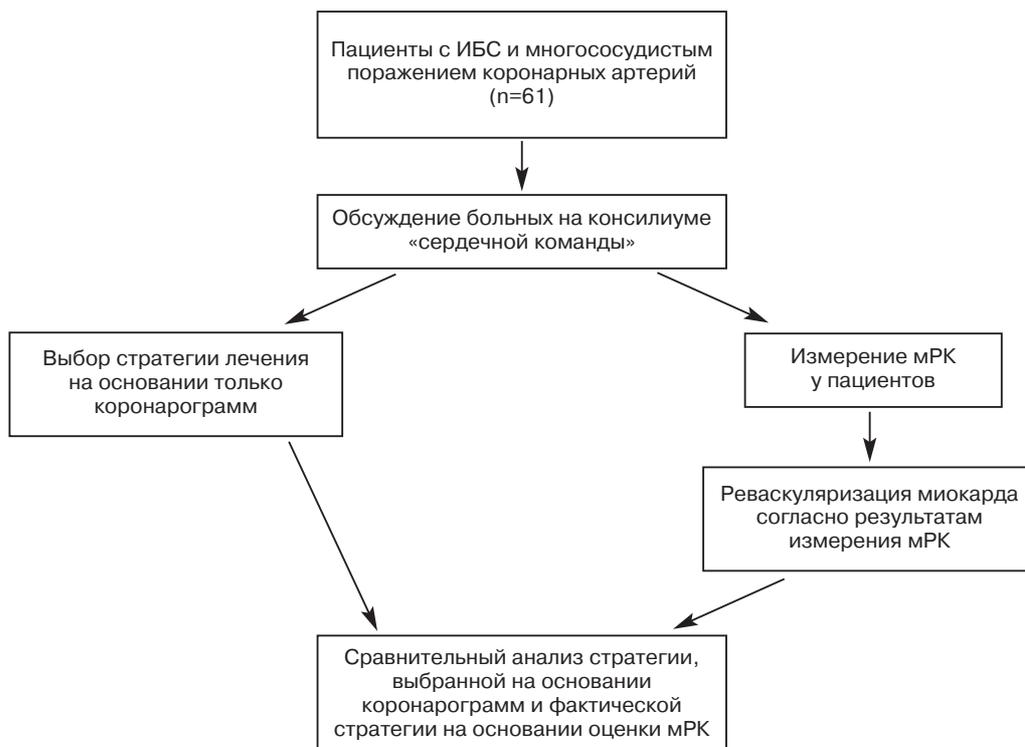


Рис. 1. Дизайн исследования

ем ствола левой коронарной артерии (ЛКА) или передней межжелудочковой артерии (ПМЖА). Общее количество измерений мРК пограничных сужений коронарных артерий составило 116. Характеристика данных коронарографии представлена в таблице 1. Все сужения коронарных артерий имели пограничный характер поражения (степень сужения колебалась от 40 до 90%). Из 61 пациента нагрузочные пробы были выполнены лишь у трех пациентов. Все больные были обсуждены на консилиуме «сердечной команды». Клиническая характеристика обследованных пациентов отражена в таблице 2.

Для определения мРК использовались консоль Volcano S5 (Volcano corporation, США) и внутрисосудистые проводники (0,014") с датчиками для измерения интракоронарного давления Verata (Volcano corporation, США). В устье коронарной артерии устанавливали гайд-катетер без боковых отверстий. Далее датчик давления присоединялся к коннектору консоли Volcano S5, автоматически обнулялся и лишь после этого проводился в коронарную артерию. Датчик располагался непосредственно у выхода из направляющего катетера, после чего проводилась нормализация давлений в аорте, то есть  $Pd/Pa=1$ , где  $Pd$  – давление, измеренное дистальнее исследуемого стеноза,  $Pa$  – давление в аорте. Затем датчик давления заводили не менее чем на 2 см дистальнее целевого стеноза.

Таблица 1

#### Характеристика поражений коронарных артерий по данным коронарографии

Параметр	n (%)
Число пациентов	61
Общее количество исследуемых стенозов	121
Поражение коронарного русла	
однососудистое	17 (28)
двухсосудистое	28 (46)
трехсосудистое	16 (26)
всего	61 (100)
Локализация сужения	
ствол ЛКА	14 (12)
ПМЖА	45 (37)
ОВ	29 (24)
ПКА	33 (27)
всего	121 (100)
Показатель по шкале SYNTAX Score	
менее 22	3 (5)
более 22	13 (21)

Таблица 2

#### Клиническая характеристика пациентов (n=61)

Параметр	n (%)
Мужской пол	50 (82)
Возраст, лет	68,2±8,4 (от 52 до 87)
Клинические проявления	
боли за грудиной ангинозного характера	43 (70)
ЧКВ в анамнезе	24 (39)
фракция выброса менее 40%	0
Стенокардия по CSS	
II ФК	20 (33)
III ФК	20 (33)
IV ФК	3 (5)
Безболевая ишемия миокарда	18 (29)
Факторы риска развития ИБС	
артериальная гипертензия	57 (93)
гиперхолестеринемия	34 (56)
сахарный диабет II типа	17 (28)
курение	41 (67)
ожирение	14 (23)

После этого выполнялось измерение мРК. Далее осуществлялась мануальная обратная тракция датчика по направлению к устью артерии для определения точности выполненного исследования, соотношение  $Pd/Pa$  должно было составлять 1. Значение мРК  $\geq 0,90$  расценивалось как функционально незначимое, а показатель мРК  $\leq 0,89$  считался гемодинамически значимым.

#### Результаты

На заседании консилиума «сердечной команды» принималось решение по стратегии реваскуляризации миокарда, основанной на анализе клинико-функциональных показателей и данных селективной КАГ. Затем пациенты направлялись в рентгенооперационную, где им выполнялось мРК-исследование. Всего было выполнено 121 измерение мРК пограничных стенозов венечных артерий у 61 пациента. На основании данных КАГ у 9 (15%) из них «сердечная команда» предполагала проведение КШ, у 22 (36%) – ЧКВ со стентированием двух коронарных артерий, у 25 (41%) – ЧКВ со стентированием одной коронарной артерии и у 5 (8%) – проведение оптимальной медикаментозной терапии (ОМТ).

В результате измерения мРК коронарное шунтирование не было выполнено ни у одного

из 9 пациентов, которым планировалось КШ, из-за отсутствия тяжелого трехсосудистого поражения коронарных артерий, ЧКВ со стентированием двух коронарных артерий проведено только у 6 (10%) из 22 запланированных пациентов в связи с двухсосудистым поражением коронарных артерий, ЧКВ со стентированием одной коронарной артерии – у 34 (56%) из запланированных 25 пациентов в связи с однососудистым поражением коронарной артерии, а 21 (34%) пациенту после измерения мРК была рекомендована только ОМТ ввиду незначимого поражения коронарного русла. Всем пациентам, у которых имелись показания к операции, были выполнены ЧКВ с имплантацией стентов с лекарственным покрытием (Resolute Integrity, Promus Element Plus, Xience Xpedition).

Значимых неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, таких как смерть, ИМ, повторная реваскуляризация миокарда, в госпитальный период не было отмечено ни у одного из пациентов.

Таким образом, оценка мРК показала себя как эффективный инструмент для принятия решения о выборе метода реваскуляризации миокарда у пациентов с пограничными стенозами коронарных артерий (табл. 3). Ниже мы приводим три интересных клинических случая.

**Клинический случай 1.** Пациент М., 65 лет, поступил в клинику с жалобами на боли в правой нижней конечности при прохождении 100 м (ЛПИ справа 0,4). Факторы риска развития ИБС: курение, артериальная гипертензия, гиперхолестеринемия. С учетом высокого риска поражения коронарных артерий пациенту была выполнена КАГ: выявлен стеноз ПМЖА в устье 50% и в д/3 75%, стеноз в с/3 ОВ 75%, пролонгированный стеноз в с/3 ПКА до 80% (SYNTAX Score составил 22). Учитывая данные коронарографии, было решено выполнить измерение мРК, которое показало, что мРК в ОВ составляет 0,99, в ПМЖА – 0,96, в ПКА – 0,92. Таким

образом, благодаря данным, полученным при определении мРК, мы избежали необоснованной реваскуляризации миокарда, что, несомненно, повлияло на дальнейшую тактику лечения пациента (рис. 2). На следующий день пациент был оперирован по поводу хронической ишемии нижних конечностей и через 8 дней выписан домой под наблюдение кардиолога и сосудистого хирурга. Нужно отметить, что консилиум «сердечной команды» на основании данных селективной КАГ изначально рекомендовал выполнить пациенту операцию коронарного шунтирования, от которого кардиохирурги отказались из-за низкого ЛПИ.

**Клинический случай 2.** Пациент М., 77 лет, обратился с жалобами на одышку, возникающую при умеренной физической нагрузке (ходьба более 500 м). В анамнезе – имплантация ЭКС. Выполнена ВЭМ-проба, проба сомнительная. У пациента имеются факторы риска развития ИБС: курение, артериальная гипертензия, гиперхолестеринемия, сахарный диабет II типа. Учитывая симптомы стенокардии и сомнительную ВЭМ-пробу, была проведена КАГ, по данным которой выявлен стеноз в терминальном отделе ствола ЛКА 50%, стеноз в с/3 ПМЖА 75%, стеноз в д/3 ПМЖА до 50%, стеноз в с/3 ОВ 70%, стеноз на границе п/3-с/3 ПКА 70% (SYNTAX Score 24). Выполнено измерение мРК: значение в ОВ составило 0,95, в ПМЖА – 0,92, в ПКА – 0,96 (рис. 3). Учитывая полученные значения мРК, пациенту было рекомендовано продолжить ОМТ. Ранее на основании КАГ консилиум «сердечной команды» предполагал проведение у пациента операции коронарного шунтирования.

**Клинический случай 3.** Пациент П., 66 лет, поступил в Центр в связи с наличием периферического новообразования в нижней доле правого легкого. Была выполнена торакоскопическая расширенная нижняя лобэктомия справа. После операции пациент отметил снижение

Таблица 3

## Изменение стратегии лечения пациентов после проведения измерения мРК

Параметр	КШ	ЧКВ одной коронарной артерии	ЧКВ двух коронарных артерий	ОМТ
Решение, принятое на консилиуме	9 (15%)	25 (41%) (n=25)	22 (36%) (n=44)	5 (8%)
Стратегия после измерения мРК	0	34 (56%) (n=34)	6 (10%) (n=12)	21 (34%)

Примечание. n – количество стентов.

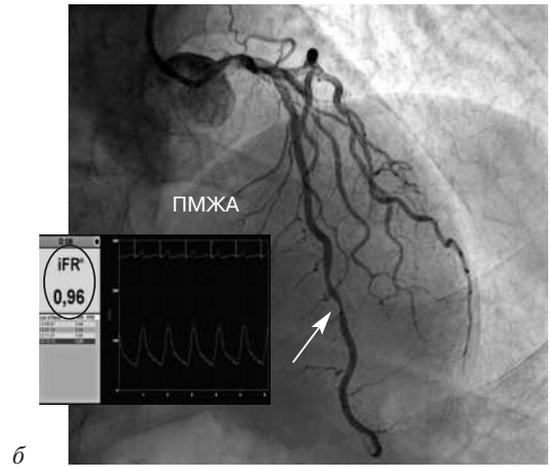
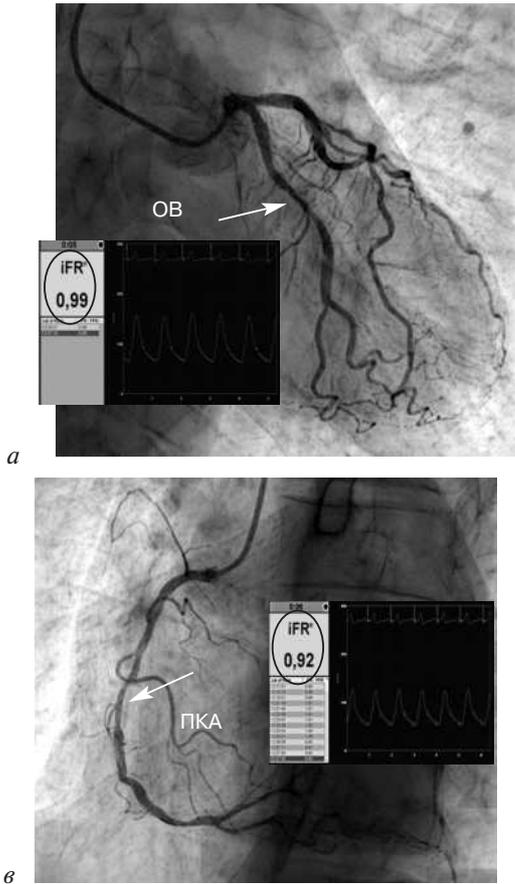


Рис. 2. Пациент 1: ангиография коронарных артерий с определением момента резерва кровотока в ОВ (а), ПМЖА (б) и ПКА (в)

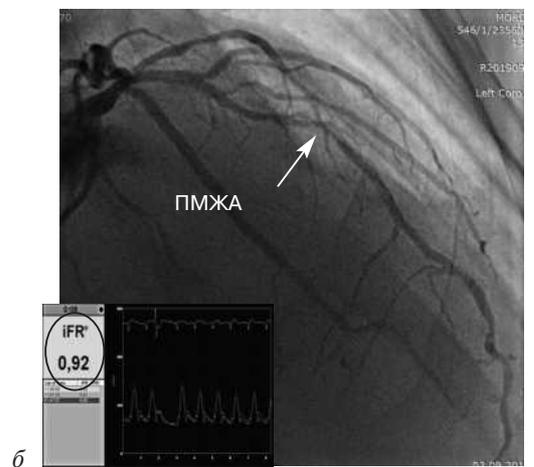
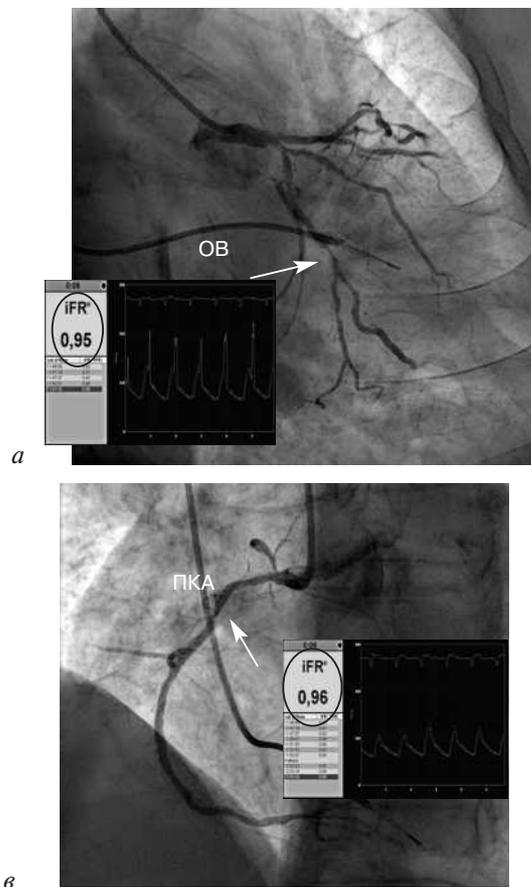


Рис. 3. Пациент 2: ангиография коронарных артерий с определением момента резерва кровотока в ОВ (а), ПМЖА (б) и ПКА (в)

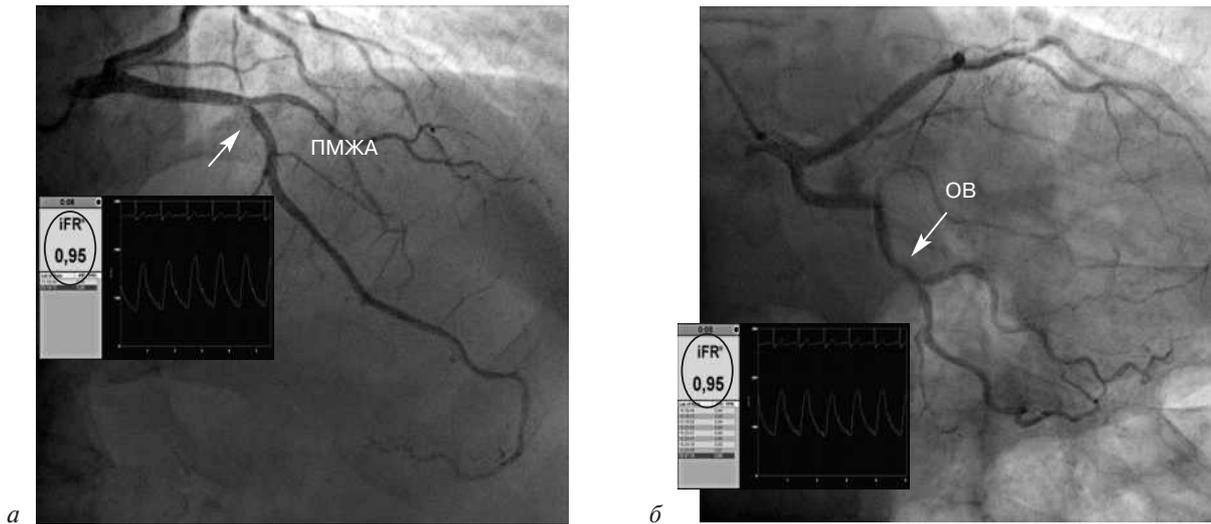


Рис. 4. Пациент 3: ангиография коронарных артерий с определением моментального резерва кровотока в ЛМЖА (а) и ЛВЖА (б)

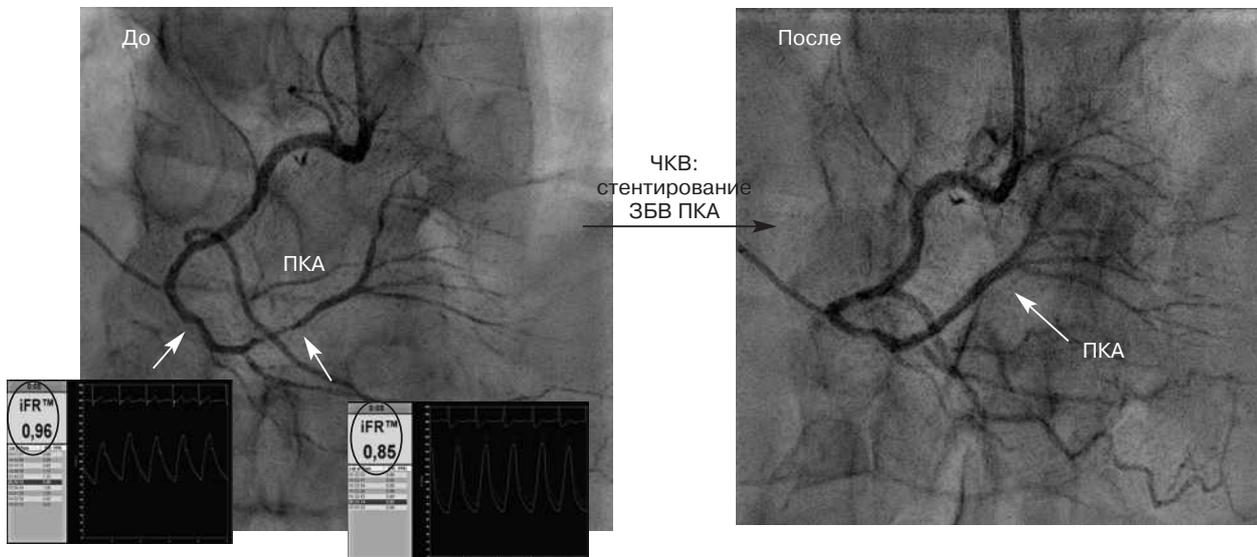


Рис. 5. Пациент 3: стентирование ЗБВ ЛВЖА с хорошим ангиографическим результатом

толерантности к физической нагрузке. По месту жительства проведена ЭхоКГ, по данным которой значимой патологии не обнаружено. Решено выполнить МСКТ-коронарографию: выявлен стеноз ЛМЖА 80%, ЛВЖА 80% и ЛКА 50%. Рекомендовано провести КАГ, по результатам которой были установлены: правый тип коронарного кровоснабжения, на границе п/3-с/3 ЛМЖА стеноз 80%, стеноз с/3 ЛВЖА 80%, стеноз в д/3 ЛКА 70%, стеноз п/3 ЗБВ 85% (SYNTAX Score составил 12). Учитывая данные коронарографии, решено выполнить измерение мРК. Значение мРК в ЛМЖА составило 0,95, в ЛВЖА – 0,95, в ЛКА – 0,96, в ЗБВ ЛКА – 0,85 (рис. 4). Учитывая полученные данные, проведено ЧКВ

со стентированием ЗБВ ЛКА одним стентом с лекарственным покрытием, с хорошим ангиографическим результатом (рис. 5). В этом случае консилиумом «сердечной команды» также изначально в качестве метода реваскуляризации миокарда было выбрано коронарное шунтирование.

### Обсуждение

Анализ результатов проведенного исследования продемонстрировал необходимость определения моментального резерва кровотока у больных с многососудистым поражением коронарного русла перед принятием решения о реваскуляризации миокарда. Крайне важно пони-

мать функциональную значимость каждого сужения коронарных артерий для определения наиболее оптимальной стратегии лечения пациентов с ИБС [9].

Так, в исследовании G. Toth et al. применялся метод ФРК перед проведением операций КШ для оценки пограничных стенозов и необходимости их реваскуляризации. У 429 из 627 пациентов с пограничными сужениями коронарных артерий КШ выполнено без оценки ФРК, а у 198 пациентов – с оценкой ФРК. В группе пациентов, которым выполнялось измерение ФРК, отмечено уменьшение частоты встречаемости значимого трёхсосудистого поражения с 94 до 86% [30].

В крупном многоцентровом исследовании T. Härtle et al. проанализировали данные 100 977 пациентов с пограничными коронарными сужениями. Из них 3240 (3,2%) больных были пролечены под контролем измерения ФРК (группа 1), а 97 737 (96,8%) – только на основании данных селективной КАГ (группа 2). Частота многососудистого поражения была достоверно ниже в группе ФРК (трехсосудистое поражение – 30,7% против 43,6%). В результате измерения ФРК произошло перераспределение больных в пользу проведения ОМТ (50,6% против 47,7%), а также уменьшение количества операций КШ (4,5% против 9,4%) [31].

О. De Backer et al. проанализировали данные 3512 пациентов с пограничными стенозами венечных артерий (от 50 до 89%). Из них у 2320 (66,1%) пациентов тактика лечения определялась на основе данных КАГ, а у 1192 (33,9%) – по показателям ФРК. Стратегия лечения, основанная на измерении ФРК, показала, что у 373 (31,3%) пациентов была выбрана иная стратегия лечения, отличная от первоначально выбранной на основе КАГ. Также были проанализированы стратегии проведения ЧКВ, основанные на данных коронарографии и определения ФРК у 1716 больных. Для этого были отобраны 962 (56,0%) пациента, которым на основании данных КАГ планировалось провести ЧКВ, и 754 (44,0%) пациента, которым, исходя из оценки ФРК, планировалось выполнить ЧКВ. В подгруппе с измерением ФРК 321 (42,6%) пациенту стратегия ЧКВ была заменена на ОМТ. Таким образом, использование метода ФРК привело к изменению тактики лечения у 31,3% всех пациентов с пограничными стенозами коронарных артерий и у 42,6% пациентов, которым планировалось провести ЧКВ [32].

## Заключение

В нашем исследовании у 34% больных, которым планировалось выполнить реваскуляризацию миокарда (КШ, ЧКВ со стентированием одной и двух коронарных артерий), измерение мРК привело к отказу от проведения какой-либо реваскуляризации миокарда и назначению ОМТ. У 56% пациентов, которым ранее предполагалось проведение как КШ, так и ЧКВ со стентированием одной и двух коронарных артерий, было выполнено ЧКВ только одной коронарной артерии. У 9 пациентов, которым планировалось провести КШ, операция не выполнялась ввиду отсутствия тяжелого трехсосудистого поражения коронарных артерий.

## Литература [References]

1. Сердечно-сосудистые заболевания. Информационный бюллетень ВОЗ. 2017. [Cardiovascular disease. WHO fact sheet. 2017 (in Russ.).]
2. Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Кудзоева З.Ф., Прянишников В.В. Сердечно-сосудистая хирургия – 2017. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ; 2018. [Bockeria L.A., Milievskaya E.B., Kudzoeva Z.F., Pryanishnikov V.V. Cardiovascular Surgery – 2017. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow; 2018 (in Russ.).]
3. Алякян 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., Grigoryan A.M., Stafarov 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]
4. Алякян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2018 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2019; 6 (2, Спецвыпуск): S5–188. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2s [Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Stafarov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2018). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2019; 6 (2, Special issue): 5–188 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2s]
5. Алякян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2019 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (2, Специальный выпуск): S5–230. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-2S-S5-S230 [Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Stafarov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2019). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (2, Special issue): S5–230 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-2S-S5-S230]
6. Christou M.A., Siontis G.C., Katritsis D.G., Ioannidis J.P. Meta-analysis of fractional flow reserve versus quantitative coronary angiography and noninvasive imaging for evaluation of myocardial ischemia. *Am. J. Cardiol*. 2007; 99 (4): 450–6.
7. 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

8. Pijls N.H., van Schaardenburgh P., Manoharan G., Boersma E., Bech J.-W., 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): 2105–11. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.01.087
9. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A. et al., ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165.
10. Montalescot G., Sechtem U., Achenbach S., Andreotti F., Arden C., Budaj A. et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery. *Eur. Heart J.* 2013; 34 (38): 2949–3003.
11. 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 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): 354–471.
12. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C., Bailey S.R., Bittl J.A., Cercek B. et al. ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention: 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. *JACC.* 2011; 58 (24): 44–122.
13. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.-P., Cremer J., Falk V. et al. 2014 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization: the task force on myocardial revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. Heart J.* 2014; 35 (37): 2541–619.
14. Christian T.F., Miller T.D., Bailey K.R., Gibbons R.J. Noninvasive identification of severe coronary artery disease using exercise tomographic thallium-201 imaging. *Am. J. Cardiol.* 1992; 70: 14–20.
15. Melikian N., De Bondt P., Tonino P., De Winter O., Wyffels E., Bartunek J. et al. Fractional flow reserve and myocardial perfusion imaging in patients with angiographic multivessel coronary artery disease. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 307–14.
16. De Bruyne B., Pijls N.H., Barbato E., Bartunek J., Bech J.-W., Wijns W., Heyndrickx G.R. Intracoronary and intravenous adenosine 5'-triphosphate, adenosine, papaverine, and contrast medium to assess fractional flow reserve in humans. *Circulation.* 2003; 107 (14): 1877–83. DOI: 10.1161/01.CIR.0000061950.24940.88
17. Pijls N.H., de Bruyne B., Peels K., van der Voort P.H., Bonnier H.J., Bartunek J., Koolen J.J. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses. *N. Engl. J. Med.* 1996; 334 (26): 1703–8.
18. Adedj J., De Bruyne B., Flore V., Di Gioia G., Ferrara A., Pellicano M. et al. Significance of intermediate values of fractional flow reserve in patients with coronary artery disease. *Circulation.* 2016; 133: 502–8.
19. Davies J.E., Sen S., Dehbi H.M., Al-Lamee R., Petraco R., Nijjer S.S. et al. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376: 1824–34.
20. Gotberg M., Christiansen E.H., Gudmundsdottir I.J., Sandhall L., Danielewicz M. et al. iFRSWEDEHEART Investigators. Instantaneous wave-free ratio versus fractional flow reserve to guide PCI. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376: 1813–23.
21. Алякян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н. Роль моментального резерва кровотока при определении функциональной 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 in determining the functional importance of coronary artery lesions in patients with stable coronary heart disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (2): 116–25 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-116-125]
22. Даренский Д.И., Грамович В.В., Жарова Е.А., Аншелес А.А., Сергиенко В.Б., Митрошкин М.Г. и др. Сравнение методов моментального и фракционного резервов кровотока с неинвазивными методами выявления ишемии миокарда при оценке пограничных коронарных стенозов у больных с хронической формой ишемической болезни сердца. *Кардиология.* 2017; 57 (8): 11–9. DOI: 10.18087/cardio.2017.8.10012 [Darenskiy D.I., Gramovich V.V., Zharova E.A., Anshelles A.A., Sergienko V.B., Mitroshkin M.G. et al. Comparison of methods of instantaneous and fractional flow reserves with non-invasive methods for detecting myocardial ischemia in assessing intermediate coronary lesions in patients with chronic ischemic heart disease. *Cardiologia.* 2017; 57 (8): 11–9 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2017.8.10012]
23. Даренский Д.И., Жарова Е.А., Матчин Ю.Г. Инвазивные методы определения функциональной значимости коронарных стенозов пограничной степени выраженности. *Кардиологический вестник.* 2016; 11 (2): 80–9. [Darenskiy D.I., Zharova E.A., Matchin Yu.G. Invasive methods for determining the functional significance of intermediate coronary lesions. *Russian Cardiology Bulletin.* 2016; 11 (2): 80–9 (in Russ.).]
24. Lotfi A., Jeremias A., Fearon W.F., Feldman M.D., Mehran R., Messenger J.C. et al. Expert consensus statement on the use of fractional flow reserve, intravascular ultrasound, and optical coherence tomography: a consensus statement of the Society of Cardiovascular Angiography and Interventions. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.* 2014; 83 (4): 509–18. DOI: 10.1002/ccd.25222
25. Dattilo P.B., Prasad A., Honeycutt E., Wang T.Y., Messenger J.C. Contemporary patterns of fractional flow reserve and intravascular ultrasound use among patients undergoing percutaneous coronary intervention in the United States: insights from the National Cardiovascular Data Registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (22): 2337–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.08.990
26. Nakayama M., Saito A., Kitazawa H., Takahashi M., Sato M., Fuse K. et al. Papaverine-induced polymorphic ventricular tachycardia in relation to QTU and giant TU waves in four cases. *Intern. Med.* 2012; 51 (4): 351–6. DOI: 10.2169/internalmedicine.51.6567
27. Sen S., Escaned J., Malik I.S., Mikhail G.W., Foale R.A., Mila R. et al. Development and validation of a new adenosine-independent 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
28. 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. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 61 (13): 1409–20. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.01.034
29. 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
30. Toth G., De Bruyne B., Casselman F., De Vroey F., Pyxaras S., Di Serafino L. et al. Fractional flow reserve-guided versus angiography-guided coronary artery bypass graft surgery. *Circulation.* 2013; 128: 1405–11.
31. Härle T., Zeymer U., Hochadel M., Zahn R., Kerber S., Zrenner B., Elsässer A. Real-world use of fractional flow reserve in Germany: results of the prospective ALKK coronary angiography and PCI registry. *Clin. Res. Cardiol.* 2017; 106 (2): 140–50.
32. De Backer O., Biasco L., Lønborg J., Pedersen F., Holmvang L., Kelbaek H. et al. Long-term outcome of FFR-guided PCI for stable coronary artery disease in daily clinical practice: a propensity score-matched landmark analysis. *EuroIntervention.* 2016; 11 (11): e1257–e1266.

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.132.2-002-089.819.5-615.81

## Новый тактический алгоритм для выбора эндоваскулярной стратегии у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий

О.В. Крестьянинов, Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, Д.Н. Пономарёв, С.Н. Артёменко, А.М. Чернявский

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. академика Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, 630055, Российская Федерация

Крестьянинов Олег Викторович, канд. мед. наук, и.о. руководителя Центра эндоваскулярной хирургии, заведующий отделением эндоваскулярной диагностики и лечения; [orcid.org/0000-0001-5214-8996](https://orcid.org/0000-0001-5214-8996)

Хелимский Дмитрий Александрович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; [orcid.org/0000-0001-5419-913X](https://orcid.org/0000-0001-5419-913X)

Бадоян Арам Гозоевич, аспирант; [orcid.org/0000-0003-4480-2585](https://orcid.org/0000-0003-4480-2585)

Пономарёв Дмитрий Николаевич, канд. мед. наук, врач – анестезиолог-реаниматолог; [orcid.org/0000-0003-3639-7444](https://orcid.org/0000-0003-3639-7444)

Артёменко Сергей Николаевич, доктор мед. наук, заместитель директора по научно-организационной работе; [orcid.org/0000-0002-8586-8938](https://orcid.org/0000-0002-8586-8938)

Чернявский Александр Михайлович, доктор мед. наук, профессор, директор; [orcid.org/0000-0001-9818-8678](https://orcid.org/0000-0001-9818-8678)

**Цель исследования** – создать и внедрить в клиническую практику тактический алгоритм эндоваскулярного лечения больных ИБС с окклюдированным поражением коронарных артерий как *de novo*, так и в ранее стентированном сегменте. Оптимизировать процедурный результат чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при реканализации хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА) на основе разработанной шкалы прогнозирования и результатов сравнительной оценки различных хирургических стратегий.

**Материал и методы.** Настоящая работа по созданию тактического алгоритма основана на результатах анализа нескольких последовательно проведенных с 2013 по 2020 г. исследований на базе НМИЦ им. академика Е.Н. Мешалкина. Для разработки прогностической модели процедурного успеха выполнен ретроспективный анализ данных 665 больных с ХОКА, которым за период с 2013 по 2016 г. было проведено 681 ЧКВ при ХОКА. Для оценки влияния времени переключения между стратегиями реканализации на процедурный успех ЧКВ при ХОКА за период с 2013 по 2016 г. было проанализировано время переключения с одной стратегии реканализации на другую у 99 пациентов, у которых применялись оба подхода реканализации ХОКА – антеградный и ретроградный. Далее были проанализированы процедурный успех и технические особенности реканализации у 109 пациентов с окклюзией в ранее стентированном сегменте за период с 2013 по 2019 г. Заключительным этапом проведена проверка эффективности разработанного тактического алгоритма для выбора хирургической стратегии реканализации ХОКА в рамках проспективного простого рандомизированного исследования у 200 больных ИБС за период с 2019 по 2020 г.

**Результаты.** На основании анализа результатов проведенных исследований разработан тактический алгоритм реканализации ХОКА. Разработанная прогностическая модель включает пять предикторов процедурного неуспеха: кальцификация, неопределенная культя, извитость в теле окклюзии, поражение артерии-донора, локализация ХОКА в бассейне огибающей или передней нисходящей артерии. Было продемонстрировано, что прогностические возможности новой модели сопоставимы со стандартной моделью (J-СТО) для оценки сложности ХОКА и установлено, что для сохранения максимальных шансов на финальный процедурный успех следует соблюдать режим порогового времени, предусматривающий переход на ретроградную стратегию реканализации ХОКА не позднее чем через 33 мин антеградной попытки реканализации ХОКА. Шанс успеха при раннем переключении был в 3,34 раза выше (95% ДИ 1,3–8,6). При выборе первичной стратегии реканализации ХОКА на основе разработанного тактического алгоритма показатели технического и процедурного успеха составили 90 и 88,8% соответственно и были статистически значимо выше по сравнению с группой первичной антеградной реканализации – 76,3 и 75% соответственно. При этом в обеих группах частота использования антеградной и ретроградной методик достоверно не отличалась. Частота успеха первичной стратегии реканализации ХОКА была выше в группе выбора стратегии реканализации на основании разработанного алгоритма (80% против 58,8%,  $p=0,005$ ).

**Заключение.** Применение разработанного тактического алгоритма способствует достижению процедурного успеха достоверно чаще, чем при традиционном подходе к выбору метода ЧКВ при ХОКА.

**Ключевые слова:** хронические окклюзии коронарных артерий; технический успех; антеградная реканализация; ретроградная реканализация; чрескожное коронарное вмешательство; тактический алгоритм.

**Для цитирования:** Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Пономарёв Д.Н., Артёменко С.Н., Чернявский А.М. Новый тактический алгоритм для выбора эндоваскулярной стратегии у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 228–36. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-228-236

**Для корреспонденции:** Крестьянинов Олег Викторович; E-mail: o\_krestyaninov@meshalkin.ru

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

Поступила 17.07.2020  
Принята к печати 23.07.2020

## New algorithm for endovascular treatment of chronic coronary total occlusions

O.V. Krestyaninov, D.A. Khelimskii, A.G. Badoian, D.N. Ponomarev, S.N. Artemenko, A.M. Chernyavskiy

Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, 630055, Russian Federation

Oleg V. Krestyaninov, Cand. Med. Sc., Acting Head of Center for Endovascular Surgery, Head of Department of Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-5214-8996

Dmitrii A. Khelimskii, Cand. Med. Sc., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5419-913X

Aram G. Badoian, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4480-2585

Dmitry N. Ponomarev, Cand. Med. Sc., Anaesthesiologist-Intensivist; orcid.org/0000-0003-3639-7444

Sergey N. Artemenko, Dr. Med. Sc., Deputy Director for Scientific and Organizational Work; orcid.org/0000-0002-8586-8938

Aleksandr M. Chernyavskiy, Dr. Med. Sc., Professor, Director; orcid.org/0000-0001-9818-8678

**Objective.** The creation and implementation of a novel tactical algorithm for endovascular treatment of patients with coronary chronic total occlusions (CTO) both de novo and in the previously stented segment. To optimize the procedural results of percutaneous coronary intervention (PCI) during recanalization of CTO based on the developed prediction scale and the results of a comparative assessment of various surgical strategies.

**Material and methods.** The present scientific work on the creation of a tactical algorithm is based on the results of the analysis of several, sequentially conducted studies on the basis of the Meshalkin Center from 2013 to 2020. To develop a predictive model of procedural success, a retrospective analysis of data from 665 patients with CTO was carried out in whom 681 recanalization procedures were performed from 2013 to 2016. To assess the impact of the switching time between recanalization strategies on the procedural success of CTO PCI the time of switching from one recanalization strategy to another was analyzed in 99 patients when both antegrade and retrograde recanalization approaches were used from 2013 to 2016. Further, the procedural success and technical features of recanalization in 109 patients with in-stent CTO were analyzed for the period from 2013 to 2019. The final stage was the verification of the effectiveness of the developed tactical algorithm for choosing a endovascular strategy for recanalization of CTO in a prospective randomized study including 200 patients from 2019 to 2020.

**Results.** Finally, a tactical algorithm for the recanalization of the CTO was developed based on the analysis of the results of the studies. The developed predictive model includes 5 predictors of procedural failure (calcification, ambiguous stump, bending, lesion in the artery-donor, localization of the CTO in the left circum flex or left anterior descending arteries). It has been demonstrated that the predictive capabilities of the new model are comparable to the standard model (J-CTO) for assessing the complexity of CTO. As a result of the analysis, it was found that in order to preserve the maximum chances of final procedural success, the threshold switching time between CTO recanalization strategies should be observed: no later than 33 minutes of the antegrade attempt of CTO recanalization. The chance of success with early switching was 3.34 times higher (95% CI 1.3–8.6). When choosing a primary strategy for CTO recanalization based on the developed tactical algorithm, the indicators of technical and procedural success were 90% and 88.8%, respectively, and were statistically significantly higher compared to the group of primary antegrade recanalization – 76.3% and 75%, respectively. At the same time, in both groups the frequency of using antegrade and retrograde techniques did not differ significantly. The success rate of the primary recanalization strategy of CTO was higher in the group that selected the recanalization strategy based on the developed algorithm (80% versus 58.8%,  $p=0.005$ ).

**Conclusion.** The use of the developed tactical algorithm provides higher rate of procedural success than when the traditional approach CTO PCI is being used.

**Keywords:** chronic coronary total occlusion; technical success; antegrade recanalization; retrograde recanalization; percutaneous coronary intervention; tactical algorithm.

**For citation:** Krestyaninov O.V., Khelimskii D.A., Badoian A.G., Ponomarev D.N., Artemenko S.N., Chernyavskiy A.M. New algorithm for endovascular treatment of chronic coronary total occlusions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 228–36 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-228-236

**For correspondence:** Oleg V. Krestyaninov; E-mail: o\_krestyaninov@meshalkin.ru

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

Received July 17, 2020  
Accepted July 23, 2020

### Введение

Хронические окклюзии коронарных артерий (ХОКА) представляют собой наиболее сложные поражения в интервенционной кардиологии, при которых технический успех зависит не

только от характеристик поражения, но и опыта оператора. В последние годы были разработаны новые алгоритмы, методики реканализации и специализированный инструментарий, которые улучшили показатели успеха эндоваскуляр-

ных вмешательств у данной категории пациентов [1]. Однако современные алгоритмы основаны на отдельных ангиографических характеристиках и не имеют четкого временного критерия для изменения начальной техники реканализации [1, 2]. В результате хирург может использовать все доступные методики реканализации, что может увеличить время процедуры и риск осложнений.

Гипотеза, которая легла в основу данного исследования, состояла в том, что применение разработанного тактического алгоритма для выбора хирургической стратегии реканализации ХОКА позволит оптимизировать методологический подход в каждом конкретном случае и будет способствовать достижению процедурного успеха и улучшению результатов эндоваскулярного лечения больных ИБС как с ХОКА *de novo*, так и окклюзией в ранее стентированном сегменте.

Целью нашей работы было создание и внедрение в клиническую практику тактического алгоритма эндоваскулярного лечения больных ИБС с окклюзирующим поражением коронарных артерий *de novo* и в ранее стентированном сегменте, оптимизация процедурного результата чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) при реканализации ХОКА на основе разработанной шкалы прогнозирования и результатов сравнительной оценки различных хирургических стратегий.

## Материал и методы

Настоящая работа по созданию тактического алгоритма основана на результатах анализа нескольких последовательно проведенных исследований. Все клинические исследования были одобрены локальным этическим комитетом. В соответствии с поставленной целью и задачами осуществлен проспективный и ретроспективный анализ различных аспектов эндоваскулярного лечения больных ИБС с наличием ХОКА за период с 2013 по 2020 г. (рис. 1).

Первым этапом для разработки прогностической модели процедурного успеха был проведен ретроспективный анализ данных 665 больных с ХОКА, которым за период с 2013 по 2016 г. было выполнено 681 ЧКВ ХОКА. В группу создания прогностической шкалы включены данные ретроспективного анализа историй болезни 464 пациентов и результатов 477 реканализаций ХОКА. Группу проверки прогностической значимости шкалы составил 201 пациент, которым было выполнено 204 ЧКВ ХОКА.

Вторым этапом оценивалось влияние времени переключения между стратегиями реканализации на процедурный успех ЧКВ при ХОКА. За период с 2013 по 2016 г. было проанализировано время переключения с одной стратегии реканализации на другую у 99 пациентов, у которых применялись оба подхода реканализации ХОКА – антеградный и ретроградный.

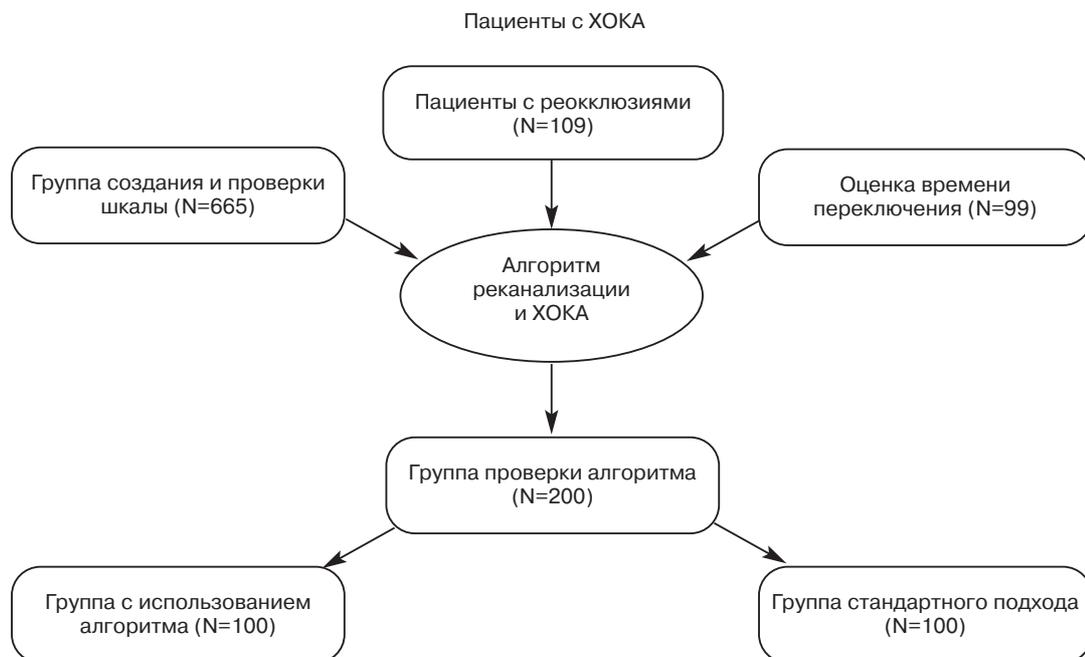


Рис. 1. Схема дизайна исследования

Третьим этапом проанализированы процедурный успех и технические особенности реканализации у пациентов с окклюзией в ранее стентированном сегменте за период с 2013 по 2019 г. (n = 109).

Заключительным этапом была проведена проверка эффективности разработанного тактического алгоритма для выбора хирургической стратегии реканализации ХОКА в рамках проспективного простого рандомизированного исследования у 200 больных ИБС за период с 2019 по 2020 г.

Клинические данные пациентов получены из медицинских карт и результатов обследований. Поражения коронарного русла оценивались по данным коронарографии. В частности, были определены такие характеристики ХОКА, как локализация поражения, протяженность, извитость, кальциноз, форма проксимальной покрышки окклюзии (неопределенная, тупая, коническая), размер проксимального и дистального участков окклюзированной артерии (рассчитан с помощью компьютерных программ), а также наличие мостовидных коллатералей, боковой ветви в зоне окклюзии, бифуркации в дистальной зоне окклюзии. Выраженность коллатералей и степень ретроградного заполнения окклюзированного сосуда основывались на классификациях G.S. Werner [3] и K.P. Rentrop [4]. Сложность поражения оценивалась по шкалам J-СТО [5] и CHOICE [6].

До операции все пациенты получали пероральные антитромбоцитарные препараты, после установки интродьюсера – гепарин из расчета 80–100 ед/кг массы тела под контролем активированного времени свертывания крови.

Критериями включения в исследование были хроническая окклюзия сроком более 3 мес, локализация целевой ХОКА в коронарной артерии диаметром более 2,5 мм, подписанное информированное согласие и показания для реваскуляризации путем ангиопластики со стентированием. Критериями исключения стали беременность, невозможность приема или непереносимость дезагрегантной терапии, нестабильность гемодинамики.

ХОКА определялась как отсутствие антеградного кровотока по коронарной артерии (кровоток TIMI 0) на протяжении более 3 мес [7]. Давность ХОКА устанавливалась по дате перенесенного инфаркта миокарда в зоне кровоснабжения соответствующего сосудистого бассейна либо по дате впервые проведенной коро-

нарографии, при которой диагностирована хроническая окклюзия коронарных артерий.

Технический успех процедуры определялся как финальный резидуальный стеноз менее 30% по данным ангиографии, без признаков диссекции, с кровотоком TIMI 3.

Успех процедуры определяли как финальный резидуальный стеноз менее 30% по данным ангиографии, без признаков диссекции, с кровотоком TIMI 3 и отсутствием случаев смертности от любых причин, инфаркта миокарда, связанного с лечением целевого поражения, реваскуляризации целевого сосуда методом ЧКВ или аортокоронарного шунтирования, острого нарушения мозгового кровообращения, гемоперикарда, требующего пункции перикарда или хирургического вмешательства на госпитальном этапе.

Инфаркт миокарда, ассоциированный с ЧКВ, установили как уровень тропонина в сыворотке крови (в соответствии с протоколом больницы измеряют регулярно у всех), превышающий более чем в 5 раз 99-й перцентиль верхнего предела нормы у пациентов с нормальными исходными значениями или более чем на 20% у больных с повышенными базовыми значениями [7].

Внутрибольничные осложнения включали смерть от всех причин, инфаркт миокарда и экстренное аортокоронарное шунтирование. Кальциноз определялся как любое присутствие кальция по данным коронарографии. Степень развития коллатеральных сосудов оценивалась в соответствии с классификациями G.S. Werner [3] и K.P. Rentrop [4].

Извитость выявлялась по крайней мере при одном изгибе более 45° в области окклюзии по данным коронарографии. Длина окклюзии оценивалась как менее или более 20 мм в соответствии с консенсусом EuroСТО Club [8]. Поражение артерии-донора определялось как значимый стеноз до или в месте отхождения коллатеральных сосудов.

*Статистический анализ.* Для разработки прогностической шкалы использовались ретроспективные данные 464 пациентов (477 вмешательств, группа создания). Для внутренней валидации компонентов полученной шкалы использовался метод бутстрэппинга с генерацией 1000 псевдовыборок. Внешняя проверка выполнялась в когорте из 201 проспективно включенного в исследование пациента (204 вмешательства, группа проверки).

Для определения предикторов процедурного неуспеха использовался однофакторный логистический регрессионный анализ исходных клинических и ангиографических характеристик. Наиболее значимые факторы ( $p < 0,10$ ) были включены в многофакторную модель. На основе конечной многофакторной модели была разработана прогностическая шкала путем присвоения баллов независимым предикторам успеха, пропорциональных соответствующим b-коэффициентам.

Пороговое время переключения стратегий в процессе ЧКВ как непрерывная величина было проверено с использованием модели логистической регрессии. Для определения порогового значения время было разбито на категории с шагом в 2 мин (2, 4, 6 мин и т. д.) и проанализировано с помощью логистической регрессии.

При планировании рандомизированного исследования для проверки клинической значимости тактического алгоритма расчет объема выборки проведен при помощи Log Rank test, Freedman method, на основании разницы первичной конечной точки между группами 17% (повышение частоты успешных реканализаций с 73 до 90% (ретроспективные данные)) при уровне ошибки 1-го типа 5% и мощности 80%.

Качественные признаки представлены в виде абсолютных и (в скобках) относительных значений в процентах от общего числа пациентов. Количественные признаки представлены в виде среднего  $\pm$  стандартное отклонение. Нормальность распределения количественных переменных оценивали путем построения гистограмм распределения и квантильных диаграмм. Выполнимость условия сопоставимости

дисперсий в двух группах выявляли с применением критерия Бартлетта. Проводили межгрупповые сравнения интервальных количественных признаков с применением t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок. Для межгруппового сравнения качественных признаков использовали точный критерий Фишера.

Расчеты осуществляли с помощью программ SPSS Statistics 17.0 (SPSS, Чикаго, США) и R (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

## Результаты

На основании анализа результатов проведенных исследований разработан тактический алгоритм реканализации ХОКА, который представлен на рисунке 2.

На первом этапе была разработана прогностическая шкала для стратификации сложности ХОКА [6]. Данная прогностическая модель включает пять предикторов процедурного неуспеха: кальцификация, неопределенная культя, извитость в теле окклюзии, поражение артерии-донора, локализация ХОКА в бассейне ОА или ПНА (рис. 3).

В соответствии с разработанной шкалой выделяется четыре класса сложности окклюзий:  $<1$  – легкие окклюзии,  $\geq 1$  и  $<2$  – умеренно трудные,  $\geq 2$  и  $<3$  – трудные,  $\geq 3$  – очень трудные. Вероятность процедурного успеха при этом составила 92, 79, 58 и 50% соответственно (рис. 4). На основании полученных баллов определяется первичная стратегия реканализации ХОКА: при суммарном значении баллов 3 и более в качестве первичной стратегии рекомендовано использование ретроградного подхода.

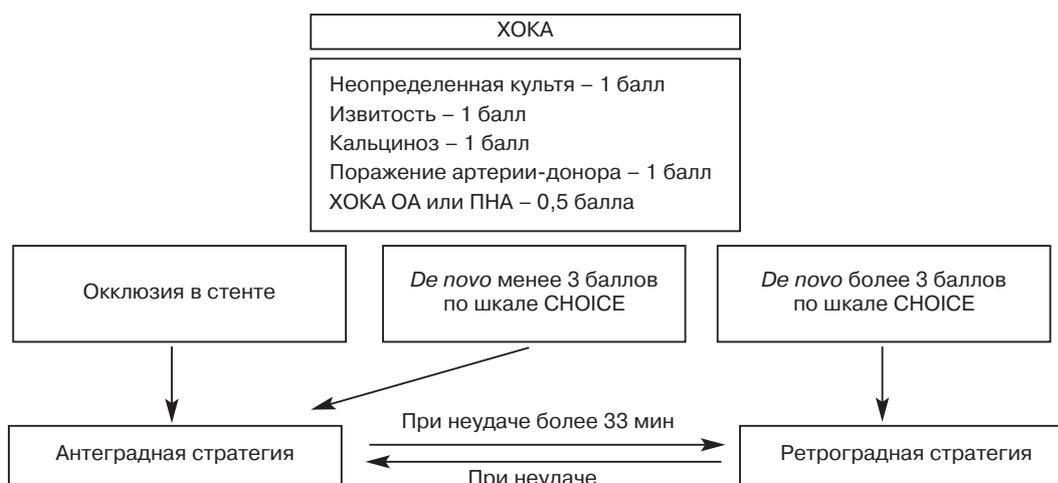


Рис. 2. Блок-схема тактического алгоритма выбора хирургической стратегии реканализации ХОКА

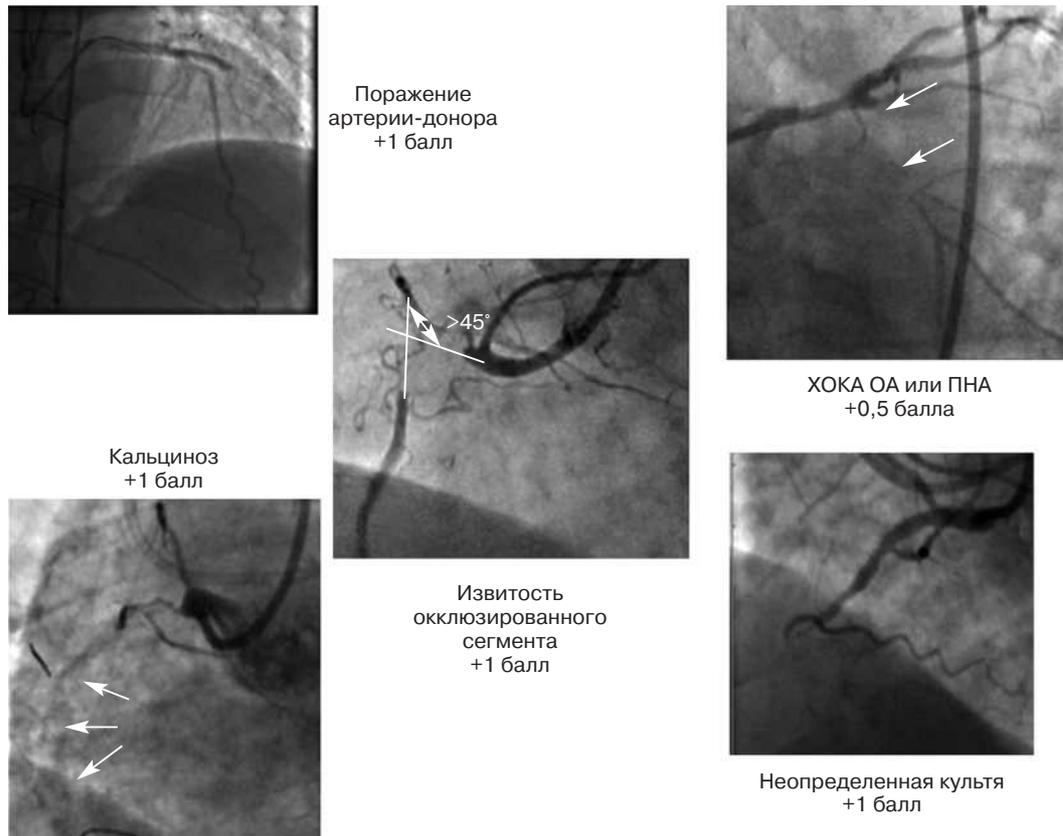


Рис. 3. Прогностическая модель SNOICE

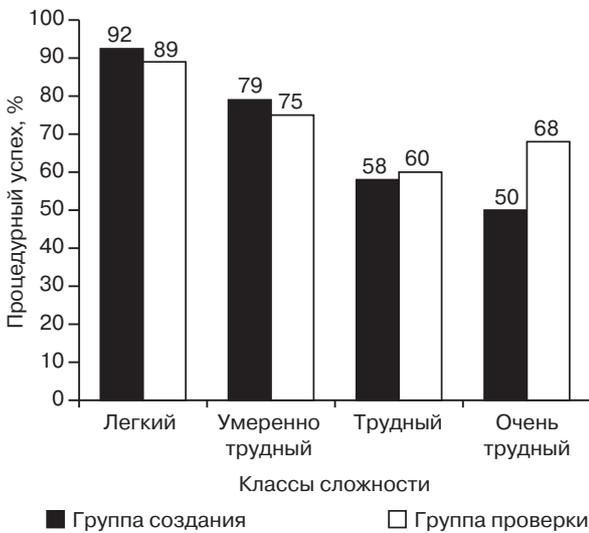


Рис. 4. Вероятность процедурного успеха в зависимости от класса сложности

Вторым этапом проводился анализ процедурных результатов реканализации ХОКА в стенте [9]. Было показано, что при наличии ХОКА в стенте необходимо выполнение реканализации независимо от ангиографической сложности окклюзии. Это связано с тем, что по данным ранее проведенного исследования, попытка реканализации в зоне ранее имплантиро-

ванного стента сопровождается более высокими шансами процедурного успеха по сравнению с ХОКА *de novo* независимо от сложности окклюзии. При этом в данной группе пациентов статистически реже применялась ретроградная методика реканализации (13,8% против 23,5%,  $p=0,02$ ).

Третьим этапом было проведено исследование оптимального времени переключения стратегий реканализации ХОКА в рамках одной процедуры [10]. Согласно полученным результатам, для того, чтобы сохранить максимальные шансы на финальный процедурный успех, следует соблюдать режим порогового времени, предусматривающий переход на ретроградную стратегию реканализации ХОКА не позднее чем через 33 мин антеградной попытки реканализации ХОКА. Шанс успеха при раннем переключении был в 3,34 раза выше (95% ДИ 1,3–8,6). А каждая минута после порогового значения времени переключения между стратегиями уменьшала шанс на успех на 3% (отношение шансов 0,97, 95% ДИ 0,94–0,98,  $p=0,05$ ) (рис. 5). Соответственно, если в течение 33 мин не удастся реканализировать ХОКА, необходимо рассмотреть вопрос о смене подхода, чтобы

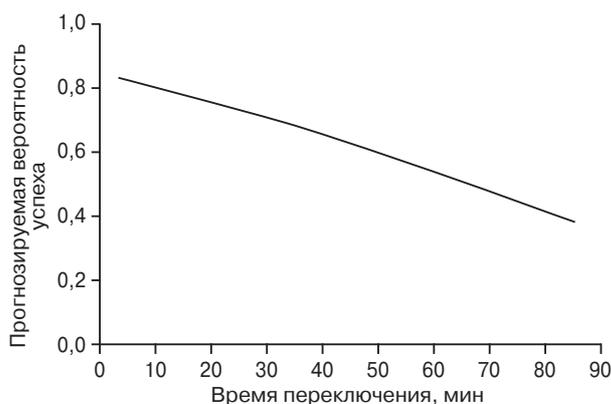


Рис. 5. Вероятность успеха в зависимости от времени переключения

сохранить шансы на итоговый процедурный успех.

Для проверки клинической значимости разработанного тактического алгоритма с целью выбора хирургической стратегии в рамках проспективного простого рандомизированного исследования изучено влияние выбора реканализации ХОКА на показатели процедурного успеха у 200 больных ИБС за период с 2019 по 2020 г.

в сравнении с результатами реканализации ХОКА с использованием первичной антеградной реканализации.

Среди 200 больных, включенных в исследование, лиц мужского пола было 173 (86,5%), средний возраст составил  $61,2 \pm 7,3$  года. АКШ в анамнезе имелось у 24 (12%) пациентов. У 22 (11%) больных ранее была предпринята попытка реканализации (без успеха), в том числе в нашем Центре – у 7 (3,5%) пациентов. Кроме того, 140 (70%) пациентов ранее перенесли ИМ, из них в зоне ХОКА – 92 (46%). Среднее значение ФВ составило  $53,2 \pm 9,6\%$ . Статистически значимых различий между группами по клинико-демографическим характеристикам не обнаружено. Анализ результатов выполненных коронароангиографий представлен в таблице 1.

Согласно полученным данным, при выборе первичной стратегии реканализации ХОКА на основе разработанного тактического алгоритма показатели технического и процедурного успеха составили 90 и 89% соответственно и были статистически значимо выше по сравнению с груп-

Таблица 1

#### Ангиографическая характеристика поражений коронарного русла

Характеристика поражения коронарного русла	Всего (n=200)	Выбор стратегии реканализации на основании алгоритма (n=100)	Первичная антеградная реканализация (n=100)	P
Целевой сосуд, n (%)				
ПНА	53 (26,5)	21 (21)	32 (32)	0,86
ПКА	113 (56,5)	56 (56)	57 (57)	0,99
ОА	34 (17)	18 (18)	16 (16)	0,82
ХОКА ранее стентированного сегмента, n (%)	11 (5,5)	5 (5)	6 (6)	0,99
Длина поражения, мм	$22,1 \pm 15,9$	$21,8 \pm 15,4$	$23,1 \pm 16,1$	0,60
Наличие боковой ветви в области проксимальной покрышки, n (%)	127 (63,5)	65 (65)	62 (62)	0,87
Мостовидные коллатерали, n (%)	31 (15,5)	12 (12)	19 (19)	0,28
Извитость артерии, n (%)	56 (28)	30 (30)	26 (26)	0,86
Форма культи, n (%)				
тупая	33 (16,5)	19 (19)	14 (14)	0,53
острая	102 (51)	47 (47)	55 (55)	0,34
неопределенная	65 (32,5)	30 (30)	35 (35)	0,73
Кальциноз, n (%)	53 (26,5)	24 (24)	29 (29)	0,59
Поражение артерии-донора, n (%)	52 (26)	25 (25)	27 (27)	0,99
Бифуркация дистальнее ХОКА, n (%)	65 (32,5)	31 (31)	34 (34)	0,87
Баллы по шкале J-СТО (среднее значение)	$1,48 \pm 1,2$	$1,47 \pm 1,3$	$1,5 \pm 1,1$	0,87
Баллы по шкале CHOICE (среднее значение)	$1,31 \pm 0,9$	$1,27 \pm 0,9$	$1,33 \pm 0,9$	0,67

Примечание. ПНА – передняя нисходящая артерия; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия.

Таблица 2

## Процедурные результаты при ЧКВ в группах сравнения

Параметр	Общее количество процедур (n=200)	Выбор стратегии реканализации на основании алгоритма (n=100)	Первичная антеградная реканализация (n=100)	P
Процедурный успех, n (%)	164 (82)	89 (89)	75 (75)	0,04
Технический успех, n (%)	166 (83)	90 (90)	76 (76)	0,03
Доступы, n (%)				
лучевой	116 (58)	57 (57)	59 (59)	0,87
бедренный	4 (2)	3 (3)	1 (1)	0,99
двойной	80 (40)	40 (40)	40 (40)	0,99
Антеградная стратегия, n (%)	161 (80,5)	83 (83)	78 (78)	0,21
Ретроградная стратегия, n (%)	39 (19,5)	17 (17)	22 (22)	0,21
Успех первичной стратегии, n (%)	139 (69,5)	80 (80)	59 (59)	0,005
Количество стентов	1,9±1,3	2,1±1,4	1,7±1,3	0,06
Среднее время флюороскопии, мин	40,5±26,2	39,2±23,4	47,6±28,2	0,04
Среднее количество контрастного вещества, мл	246±85,8	242±82,7	250±88,6	0,55

пой первичной антеградной реканализации – 76 и 75% соответственно (табл. 2). При этом в обеих группах частота использования антеградной и ретроградной методик достоверно не отличалась. Частота успеха первичной стратегии реканализации ХОКА была выше в группе выбора стратегии реканализации на основании разработанного алгоритма (80% против 59%,  $p=0,005$ ). Среднее количество стентов и контрастного вещества не различалось между группами. Однако время оперативного вмешательства было больше в группе с первичной антеградной реканализацией (47,6±28,2 мин против 39,2±23,4 мин).

Общая частота внутригоспитальных осложнений составила 2,5%, что сопоставимо с показателями ЧКВ при неокклюзионных поражениях. У 2 пациентов в группе выбора стратегии реканализации на основании алгоритма и у 1 в группе первичной антеградной стратегии отмечался перипроцедурный инфаркт миокарда. Еще у 2 пациентов с первичной антеградной реканализацией произошла перфорация коронарных артерий, потребовавшая пункции перикарда.

### Обсуждение

За последние несколько лет было разработано множество техник реканализации ХОКА, что привело к необходимости их стандартизации для более успешного использования. На сегодняшний день предложен ряд алгоритмов,

которые позволяют оператору осуществлять выбор эндоваскулярной методики реканализации пораженного сосуда [1, 2]. Тем не менее в настоящее время данные относительно влияния приверженности алгоритму на показатели процедурного успеха реканализации ХОКА ограничены. Таким образом, в рамках проведенного исследования мы стремились доказать следующее положение: разработанный тактический алгоритм ЧКВ при ХОКА позволяет оптимизировать выбор нужной стратегии реканализации как ХОКА *de novo*, так и ХОКА в ранее стентированном сегменте, способствует увеличению процедурного успеха ЧКВ по сравнению с первичным антеградным подходом.

Полученный алгоритм обладает рядом преимуществ. Во-первых, в данном алгоритме используется установленный временной интервал, после которого целесообразно рассмотреть вопрос о смене стратегии реканализации, чтобы сохранить максимальные шансы на итоговый процедурный успех. Важность контроля времени была впервые продемонстрирована в работе Н. Tanaka et al. [11]: авторы отводят 20 мин для антеградной попытки реканализации и дополнительные 40 мин, если используется методика параллельных проводников. Тем не менее эти данные основаны только на эмпирическом опыте и не подкреплены соответствующими статистическими расчетами. Во-вторых, эффективность полученного алгоритма оценива-

лась в рамках проспективного рандомизированного исследования, в ходе которого было продемонстрировано, что применение тактического алгоритма способствует достижению процедурного успеха достоверно чаще, чем при традиционном подходе (первичная антеградная реканализация) выбора ЧКВ при ХОКА (89% против 75% соответственно,  $p=0,04$ ). Таким образом, при отборе больных ИБС с ХОКА на ЧКВ следует использовать разработанный тактический алгоритм, который позволяет выбрать нужную стратегию реканализации в каждом конкретном случае как ХОКА *de novo*, так и ХОКА в ранее стентированном сегменте.

Важно отметить, что в данной работе мы рассматривали использование только антеградной и ретроградной стратегий реканализации в качестве первичного подхода. Это связано прежде всего с тем, что методика субинтимальной реканализации не получила широкого распространения в Европе ввиду более высокого риска перипроцедурных осложнений и необходимости использования специализированного инструментария (система CrossBoss). Тем не менее другие комплексные стратегии, такие как реканализация под контролем ВСУЗИ, также потенциально могут использоваться в качестве первичной стратегии при наличии достаточного опыта.

### Заключение

Применение разработанного тактического алгоритма способствует достижению процедурного успеха достоверно чаще, чем при традиционном подходе к выбору метода ЧКВ при хронических окклюзиях коронарных артерий.

### Литература [References]

1. Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Ибрагимов Р.У., Найденов Р.А. Современные алгоритмы для выбора методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020; 24 (2): 9–15. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-9-15 [Krestyaninov O.V., Khelinskii D.A., Badoian A.G., Ibragimov R.U., Naydenov R.A. Current algorithms for the treatment of chronic coronary total occlusions. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020; 24 (2): 9–15 (in Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-9-15]
2. Tajti P., Alaswad K., Karmpaliotis D., Alaswad K., Jaffer F.A., Yeh R.W. et al. The hybrid approach to chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: update from the PROGRESS CTO Registry. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2018; 11 (14): 1325. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.02.036
3. Werner G.S., Ferrari M., Heinke S., Kuethel F., Surber R., Richartz B.M., Figulla H.R. Angiographic assessment of collateral connections in comparison with invasively determined collateral function in chronic coronary occlusions. *Circulation*. 2003; 107 (15): 1972–7. DOI: 10.1161/01.CIR.0000061953.72662.3A
4. Rentrop K.P., Cohen M., Blanke H., Phillips R.A. Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion by an angioplasty balloon in human subjects. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1985; 5 (3): 587–92. DOI: 10.1016/s0735-1097(85)80380-6
5. Morino Y., Abe M., Morimoto T., Kimura T., Hayashi Y., Muramatsu T. et al.; J-CTO Registry Investigators. Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2011; 4 (2): 213–21. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.09.024
6. Хелимский Д.А., Крестьянинов О.В., Бадоян А.Г., Пономарев Д.Н., Покушалов Е.А. Прогностическая модель для выбора методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2018; 7 (4): 51–61. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-51-61 [Khelinskii D.A., Krestyaninov O.V., Badoian A.G., Ponomarev D.N., Pokushalov E.A. Predictive score for choosing strategy for chronically occluded coronary artery recanalization. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2018; 7 (4): 51–61 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-51-61]
7. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Simoons M.L., Chaitman B.R., White H.D.; Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for Universal Definition of Myocardial Infarction et al. Third universal definition of myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (16): 1581–98. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.08.001
8. Sianos G., Barlis P., Di Mario C., Papafakis M.I., Büttner J., Galassi A.R. et al.; EuroCTO Club. European experience with the retrograde approach for the recanalization of coronary artery chronic total occlusions. A report on behalf of the EuroCTO Club. *EuroIntervention*. 2008; 4 (1): 84–92. DOI: 10.4244/EIJV411A15
9. Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Пономарев Д.Н., Ибрагимов Р.У. Процедурные результаты чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с хроническими окклюзиями в стенке. *Эндovasкулярная хирургия*. 2019; 6 (4): 304–11. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-304-311 [Krestyaninov O.V., Khelinskii D.A., Badoian A.G., Ponomarev D.N., Ibragimov R.U. Procedural results of percutaneous coronary interventions in patients with in-stent chronic total occlusions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2019; 6 (4): 304–11 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-304-311]
10. Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Алякян Б.Г., Пономарев Д.Н., Артёмченко С.Н., Чернявский А.М. Влияние на процедурные результаты времени перехода от антеградной к ретроградной стратегии реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. *Эндovasкулярная хирургия*. 2020; 7 (2): 123–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-2-123-129 [Krestyaninov O.V., Khelinskii D.A., Badoian A.G., Alekyan B.G., Ponomarev D.N., Artemenko S.N., Chernyavskiy A.M. Impact of switching time between coronary chronic total occlusion crossing strategies on procedural results. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (2): 123–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-2-123-129]
11. Tanaka H., Tsuchikane E., Muramatsu T., Kishi K., Muto M., Oikawa Y. et al. A novel algorithm for treating chronic total coronary artery occlusion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019; 74 (19): 2392–404. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.08.1049

© Коллектив авторов, 2020

УДК [616.12-009.72:616.127-005.8:616.132.2-008.64]-089.819.5:615.81]

## Эндоваскулярная хирургия при остром коронарном синдроме с подъемом сегмента ST у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла в зависимости от типа кровоснабжения

З.А. Кавтеладзе<sup>1,2</sup>, В.Э. Глаголев<sup>1,2</sup>, М.Н. Орлов<sup>2</sup>, К.В. Асатрян<sup>2</sup>, П.М. Ермолаев<sup>1,2</sup>,  
Г.А. Брутян<sup>1,2</sup>, С.Ю. Даниленко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», Абрикосовский пер., 2, Москва, 119991, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. М.Е. Жадкевича» Департамента здравоохранения г. Москвы, Можайское ш., 14, Москва, 121374, Российская Федерация

Кавтеладзе Заза Александрович, доктор мед. наук, профессор, заведующий лабораторией экстренной сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии, заведующий отделением сердечно-сосудистой патологии; orcid.org/0000-0003-0617-2332

Глаголев Владимир Эстенович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., врач-кардиолог, рентгенолог; orcid.org/0000-0001-8470-1629

Орлов Михаил Николаевич, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-9237-4303

Асатрян Карен Владимирович, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-5714-1563

Ермолаев Павел Михайлович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6247-3872

Брутян Гоар Артушевна, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-5638-3985

Даниленко Сергей Юрьевич, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-0887-0946

**Цель исследования** – определить влияние типа кровоснабжения миокарда на госпитальную летальность у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST (ОКСпST) и многососудистым поражением.

**Материал и методы.** В исследование включен 361 пациент, все больные были разделены на две группы в зависимости от типа кровоснабжения миокарда. В 1-ю группу вошли 289 (80,1%) пациентов с правым типом кровоснабжения, во 2-ю – 72 (19,9%) пациента с левым и сбалансированным типами кровоснабжения.

**Результаты.** Для сравнения госпитальной летальности между двумя группами был рассчитан относительный риск, который составил 1,4. Затем была построена кривая Каплана–Мейера для двух исследуемых групп и рассчитаны критерий Фишера и критерий Кокса–Мантеля. Полученные значения *p* составили 0,237 и 0,518 соответственно, что подтверждает нулевую гипотезу.

**Заключение.** У пациентов с левым и сбалансированным типами кровоснабжения миокарда при наличии многососудистого поражения коронарного русла наблюдается тенденция к увеличению госпитальной летальности при ОКСпST по сравнению с больными с правым типом кровоснабжения.

**Ключевые слова:** острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST; многососудистое поражение; эндоваскулярная хирургия; тип кровоснабжения.

**Для цитирования:** Кавтеладзе З.А., Глаголев В.Э., Орлов М.Н., Асатрян К.В., Ермолаев П.М., Брутян Г.А., Даниленко С.Ю. Эндоваскулярная хирургия при остром коронарном синдроме с подъемом сегмента ST у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла в зависимости от типа кровоснабжения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 237–44. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-237-244

**Для корреспонденции:** Орлов Михаил Николаевич; E-mail: orlov.mikhail01@gmail.com

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

Поступила 05.08.2020  
Принята к печати 12.08.2020

## Endovascular surgery for acute coronary syndrome with ST segment elevation in patients with multivessel coronary artery disease according to coronary artery dominance

Z.A. Kavteladze<sup>1,2</sup>, V.E. Glagolev<sup>1,2</sup>, M.N. Orlov<sup>2</sup>, K.V. Asatryan<sup>2</sup>, P.M. Ermolaev<sup>1,2</sup>,  
G.A. Brutyan<sup>1,2</sup>, S.Yu. Danilenko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>2</sup> Zhadkevich City Clinical Hospital, Moscow, 121374, Russian Federation

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

Vladimir E. Glagolev, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Cardiologist, Radiologist; orcid.org/0000-0001-8470-1629

Mikhail N. Orlov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-9237-4303

Karen V. Asatryan, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5714-1563

Pavel M. Ermolaev, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6247-3872

Goar A. Brutyan, Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5638-3985

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

**Objective.** Define the impact of coronary artery dominance on hospital mortality in patients with STEMI and multivessel coronary artery disease.

**Material and methods.** The study involved 361 patients, who were divided into two groups depending on the coronary artery dominance. The first group included 289 (80.1%) patients with right-dominant. The second group included 72 (19.9%) patients with left-dominant and co-dominant coronary artery dominance.

**Results.** The relative risk (RR) was calculated that to compare hospital mortality between the two groups. RR made 1.4. Further, the Kaplan–Meier curve was constructed for the two studied groups and the Fisher’s test and the Cox–Mantel test were calculated. The obtained p-tests were 0.237 and 0.518.

**Conclusion.** Left-dominant and co-dominant coronary artery dominance increase in hospital mortality in patients with STEMI and multivessel coronary artery disease.

**Keywords:** acute coronary syndrome with ST segment elevation; multivessel coronary artery disease; endovascular surgery; coronary artery dominance

**For citation:** Kavteladze Z.A., Glagolev V.E., Orlov M.N., Asatryan K.V., Ermolaev P.M., Brutyan G.A., Danilenko S.Yu. Endovascular surgery for acute coronary syndrome with ST segment elevation in patients with multivessel coronary artery disease according to coronary artery dominance. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 237–44 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-237-244

**For correspondence:** Mikhail N. Orlov; E-mail: orlov.mikhail01@gmail.com

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

Received August 5, 2020

Accepted August 12, 2020

## Введение

Типом кровоснабжения миокарда называют нормальные варианты расположения эпикардальных артерий сердца. В зависимости от варианта отхождения задней нисходящей артерии (ЗНА) и заднебоковой ветви (ЗБВ) выделяют три типа кровоснабжения – правый, левый и сбалансированный [1]. Правый тип кровоснабжения встречается у 82–89% человек в общей популяции и характеризуется отхождением ЗНА и ЗБВ от правой коронарной артерии (ПКА), что способствует более сбалансированному кровоснабжению левого желудочка [2, 3]. Сбалансированный тип встречается примерно у 7% человек в общей популяции [4]. Левый тип кровоснабжения характеризуется отхождением ЗНА и ЗБВ от огибающей артерии (ОА) и встречается у 7–10% людей в общей популяции [2–4]. В свою очередь, левый тип характеризуется менее развитой ПКА, которая кровоснабжает только правое предсердие и правый желудочек, что приводит к тому, что левый желудочек кровоснабжается лишь из системы левой коронарной артерии [1, 4, 5]. Поэтому левый и сбалансированный типы характеризуются ме-

нее сбалансированным кровоснабжением, что может приводить к большей зоне повреждения миокарда при остром коронарном синдроме (ОКС) и, возможно, худшему прогнозу [6–9].

В настоящее время имеется не так много исследований, в которых бы оценивалось влияние типа кровоснабжения на исходы у пациентов с ОКС, в частности с подъемом сегмента ST (ОКСпST). В самом крупном исследовании по данной теме, проведенном N.I. Parikh et al., были проанализированы данные 207 926 пациентов с ОКС за период с июля 2009 г. по июнь 2010 г. Авторы выявили следующую закономерность: левый и сбалансированный типы кровоснабжения (относительные риски в данном исследовании составили 1,29 для левого типа и 1,16 – для сбалансированного типа) повышают госпитальную летальность у пациентов с ОКС [6]. В другом крупном исследовании С.Е. Veltman et al. ретроспективно оценили влияние типа кровоснабжения миокарда у 1131 пациента с ОКСпST. По результатам исследования было выявлено, что левый тип кровоснабжения миокарда является независимым предиктором 30-дневной летальности (относительный риск

2,51) и предиктором повторных инфарктов (относительный риск 2,25) у пациентов с ОКСПСТ. Однако левый тип кровоснабжения никак не влиял на отдаленный уровень летальности [8]. E. Abu-Assi et al. проанализировали данные 767 пациентов с ОКСПСТ, которые в период с 2007 по 2012 г. подверглись чрескожному коронарному вмешательству (ЧКВ), и пришли к выводу, что левый тип кровоснабжения повышает риск смертности и повторного инфаркта миокарда у пациентов с ОКСПСТ по сравнению с правым типом [9].

В итоге на основании указанных выше исследований можно сделать не только заключение, что левый и сбалансированный типы кровоснабжения увеличивают раннюю и позднюю госпитальную летальность, но и более значимый вывод о том, что тип кровоснабжения миокарда может быть прогностическим фактором, а значит, возможен различный подход к реваскуляризации.

Цель нашего исследования – определить влияние типа кровоснабжения миокарда на госпитальную летальность у пациентов с ОКСПСТ и многососудистым поражением.

### Материал и методы

В исследование включены пациенты с впервые поставленным диагнозом ОКСПСТ, поступившие в отделение сердечно-сосудистой патологии ГКБ им. М.Е. Жадкевича в период с сентября 2017 г. по декабрь 2019 г. Пациенты, которым ранее выполнялись ЧКВ или аортокоронарное шунтирование, были исключены из исследования. Диагноз ОКСПСТ был поставлен на основании клинических данных, повышения уровня кардиоспецифического тропонина, специфических изменений на электрокардиограмме: элевация сегмента ST  $\geq$  1 мм как минимум в двух стандартных отведениях или полная блокада левой ножки пучка Гиса, в соответствии с 4-м определением острого инфаркта миокарда [10].

Все пациенты получили лечение, согласно современным рекомендациям [12, 13]. Так, было выполнено экстренное первичное чрескожное коронарное вмешательство, в раннем послеоперационном периоде подобрана оптимальная медикаментозная терапия, в первые 72 ч проведена эхокардиография с оценкой функции левого желудочка.

Клинические, лабораторные, ангиографические и эхокардиографические данные были взя-

ты из электронной истории болезни Cortex и проанализированы ретроспективно.

Все коронарографии и ЧКВ были выполнены в соответствии с клиническими рекомендациями [11, 12], проведенные исследования ретроспективно оценены опытными специалистами.

Стеноз коронарных артерий считался значимым, если уровень сужения коронарной артерии составлял 70% и более. Стеноз ствола левой коронарной артерии считался значимым при сужении 50% и более. Полной реваскуляризацией считалось стентирование всех значимых стенозов одномоментно или поэтапно в период текущей госпитализации [11–13]. Многососудистым поражением коронарных артерий называется поражение как минимум двух крупных эпикардальных коронарных артерий или их бассейна при условии, что стеноз является значимым и диаметр данного сегмента коронарной артерии равен 2,5 мм и более [14].

Тип кровоснабжения у всех пациентов определялся следующим образом: если ЗНА и ЗБВ отходят от ПКА, то его считали правым, если ЗНА и ЗБВ отходят от огибающей артерии – левым, а в случаях, когда ЗНА отходит от ПКА, а ЗБВ – от ОА, тип кровоснабжения считали сбалансированным [1].

### Результаты

В исследование был включен 361 пациент, и в зависимости от типа кровоснабжения миокарда все больные были разделены на две группы. В 1-ю группу вошли пациенты с правым типом кровоснабжения – 289 (80,1%) человек. Во 2-ю группу включены пациенты с левым и сбалансированным типами кровоснабжения – 72 (19,9%) человека. Основные характеристики групп представлены в таблице 1 и в целом не отличаются друг от друга. Однако в 1-й группе пациентов (с правым типом кровоснабжения) меньше больных с доказанным сахарным диабетом и с ФВЛЖ  $\leq$  40%. У пациентов 2-й группы (с левым или сбалансированным типом кровоснабжения) кардиогенный шок протекал тяжелее.

В таблице 2 представлены результаты анализа зависимости поражения инфарктсвязанной артерии (ИСА) от типа кровоснабжения миокарда. Так, у пациентов с правым типом кровоснабжения (1-я группа) частота острых окклюзий ПКА и ПНА была примерно одинаковой. Однако у пациентов с левым и сбалансированным типами кровоснабжения (2-я группа) боль-

Таблица 1

## Основные характеристики исследуемых групп

Параметр	Всего (n=361)	1-я группа (n=289)	2-я группа (n=72)	p
Мужской пол, n (%)	216 (59,8)	171 (59,2)	45 (62,5)	–
Возраст, лет	67,3±13,1	67,1±12,9	68±13,6	0,326
Сахарный диабет, n (%)	108 (29,9)	83 (28,7)	25 (34,7)	–
Артериальная гипертензия, n (%)	275 (76,2)	219 (75,8)	56 (77,8)	–
Курение, n (%)	228 (63,1)	184 (63,7)	44 (61,1)	–
Скорость клубочковой фильтрации по СКД-ЕПІ, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>	75,9±15,6	75,9±14,9	76,3±17,3	0,864
Глюкоза, ммоль/л	9,3±3,75	8,9±4,9	9,8±4,8	0,765
Фракция выброса левого желудочка, %	42,1±5,9	43,7±7,7	39,9±7,9	0,135
Число пациентов с ФВЛЖ ≤ 40%, n (%)	105 (29)	79 (27,3)	26 (36,1)	–
Острая сердечная недостаточность по Killip 2 класса тяжести и более, n (%)	24 (6,6)	17 (5,9)	7 (9,7)	–

Таблица 2

## Распределение поражения ИСА в зависимости от типа кровоснабжения миокарда, n (%)

Параметр	Всего (n=361)	1-я группа (n=289)	2-я группа (n=72)
Ствол левой коронарной артерии	6 (1,7)	6 (2,1)	0
Передняя нисходящая артерия/в том числе с одномоментным стентированием ствола ЛКА	164 (45,4)/18	125 (43,3)/15	39 (54,2)/3
Огибающая артерия	64 (17,7)	36 (12,5)	28 (38,9)
Артерия интермедиа	3 (0,8)	2 (0,7)	1 (1,4)
Правая коронарная артерия	124 (34,3)	120 (41,5)	4 (5,6)
Полная реваскуляризация	163 (45,2)	135 (46,7)	28 (38,9)

Таблица 3

## Госпитальная летальность у пациентов с правым типом кровоснабжения

Инфарктсвязанная артерия	Полная реваскуляризация, n (%)	Неполная реваскуляризация, n (%)
Ствол левой коронарной артерии (n=6)	0	2 (33,3)
Передняя нисходящая артерия (n=125)	4 (3,2)	6 (4,8)
Огибающая артерия (n=36)	0	2 (5,6)
Правая коронарная артерия (n=120)	2 (1,7)	7 (5,8)

ше половины случаев ОКСпST было связано с острой окклюзией ПНА. Еще одна особенность заключалась в том, что у пациентов 2-й группы не наблюдалось острого поражения ствола левой коронарной артерии, что может быть связано с немедленной смертью в догоспитальном периоде. При этом в 1-й группе полная реваскуляризация достигалась чаще, чем во 2-й группе.

Далее каждый случай госпитальной летальности был сопоставлен с ИСА и показателем реваску-

ляризации. Если были пролечены все значимые стенозы коронарных артерий, значит, была достигнута полная реваскуляризация, в других случаях – неполная реваскуляризация (табл. 3, 4). Согласно полученным данным, 1/3 случаев, а именно когда ИСА являлся ствол левой коронарной артерии, закончились летальным исходом.

## Обсуждение

Для сравнения госпитальной летальности между двумя группами был рассчитан относи-

Таблица 4

**Госпитальная летальность у пациентов с левым и сбалансированным типами кровоснабжения**

Инфарктсвязанная артерия	Полная реваскуляризация, n (%)	Неполная реваскуляризация, n (%)
Передняя нисходящая артерия (n=39)	1 (2,6)	3 (7,7)
Огибающая артерия (n=28)	2 (7,1)	2 (7,1)

тельный риск, который составил 1,4. Значит, мы можем сделать предположение, что левый или сбалансированный тип кровоснабжения миокарда является предиктором госпитальной летальности. Затем были рассчитаны относительные риски для следующих моделей:

- модель 1: исход неполной реваскуляризации на госпитальную летальность у пациентов с различным типом кровоснабжения миокарда;
- модель 2: исход левого и сбалансированного типов кровоснабжения на госпитальную

летальность у пациентов в зависимости от полноты реваскуляризации (табл. 5).

Можно сделать вывод, что неполная реваскуляризация является неблагоприятным фактором у пациентов с правым типом кровоснабжения миокарда, который увеличивает госпитальную летальность в 2,45 раза по сравнению с полной реваскуляризацией. Однако в группе пациентов, у которых была достигнута полная реваскуляризация, левый или сбалансированный типы также являлись предиктором неблагоприятной

Таблица 5

**Основные результаты**

Тип кровоснабжения миокарда	ОР (95% ДИ)	p	Модель 1				Модель 2					
			Реваскуляризация	Правый тип		Левый + сбалансированный типы		Тип кровоснабжения миокарда	Полная реваскуляризация		Неполная реваскуляризация	
				ОР (95% ДИ)	p	ОР (95% ДИ)	p		ОР (95% ДИ)	p	ОР (95% ДИ)	p
Правый	1	—	Полная	1	—	1	—	Правый	1	—	1	—
Левый + сбалансированный	0,4 (0,65–3)	0,393	Неполная	0,45 (0,99–6)	0,04	0,06 (0,3–4,1)	0,9	Левый + сбалансированный	0,41 (0,6–9)	0,15	0,04 (0,4–2,6)	0,96

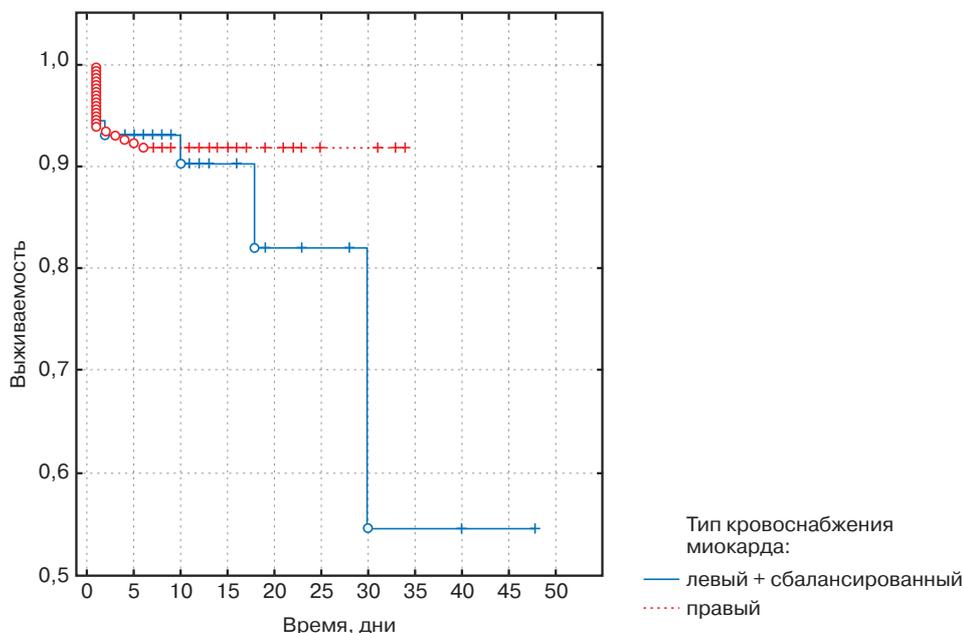


Рис. 1. Госпитальная летальность в зависимости от типа кровоснабжения миокарда

гоприятных событий. Данный факт не подтвержден статистически в связи с малой выборкой. Но следует иметь в виду, что у пациентов с левым или сбалансированным типом не нужно добиваться полной реваскуляризации при первичном ЧКВ.

Для двух исследуемых групп была построена кривая Каплана–Мейера и рассчитаны критерий Фишера и критерий Кокса–Мантеля (рис. 1). Полученные показатели  $p$  составили 0,237 и 0,518 соответственно, что подтверждает нулевую гипотезу.

### Клинические примеры

1. Пациент, 58 лет. Диагноз ИБС: острый инфаркт миокарда передней стенки левого же-

лудочка с подъемом сегмента ST. Коронарография: правый тип кровоснабжения миокарда, стеноз 95% ПНА в проксимальном сегменте (диаметр сегмента более 2,75 мм), стеноз ОА 75% в проксимальной трети (диаметр сегмента более 2,75 мм), стеноз ПКА 90% в средней трети (диаметр сегмента 3,0 мм). Имплантированы стенты с лекарственным покрытием в ПНА, ОА, ПКА (рис. 2, 3).

2. Пациент, 41 год. Диагноз ИБС: острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST нижнебоковой стенки левого желудочка. Коронарография: левый тип кровоснабжения миокарда, острая окклюзия ветви тупого края (ВТК), стеноз ПНА 75% в средней трети (диаметр сегмента более 2,5 мм). Выполнены про-



Рис. 2. Коронарография до стентирования (а, б)



Рис. 3. Коронарография после стентирования (а, б)

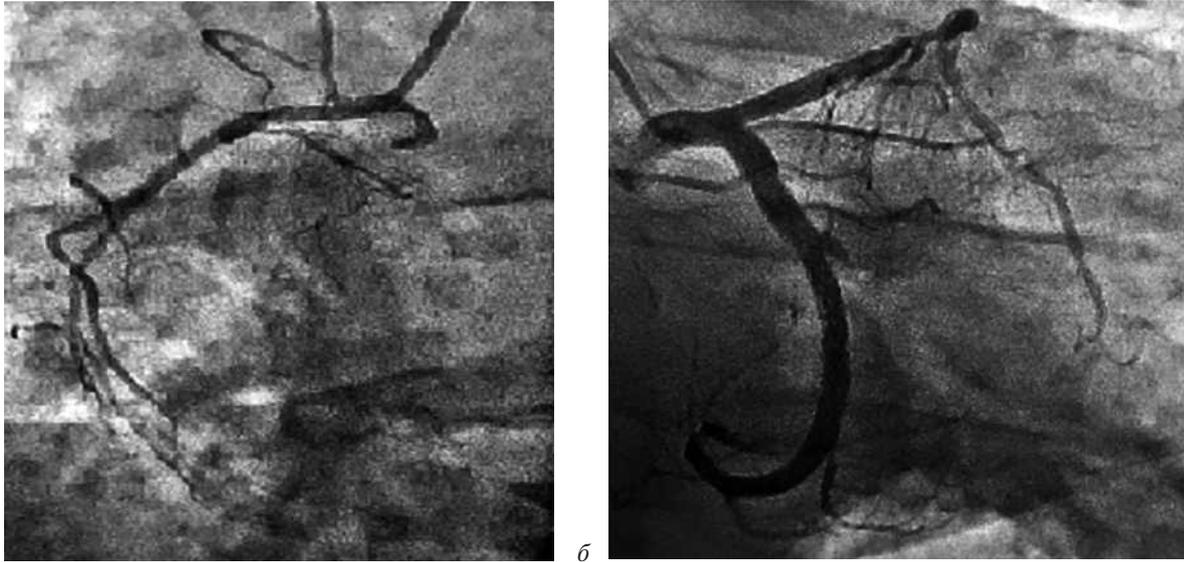


Рис. 4. Коронарография до стентирования (а, б)

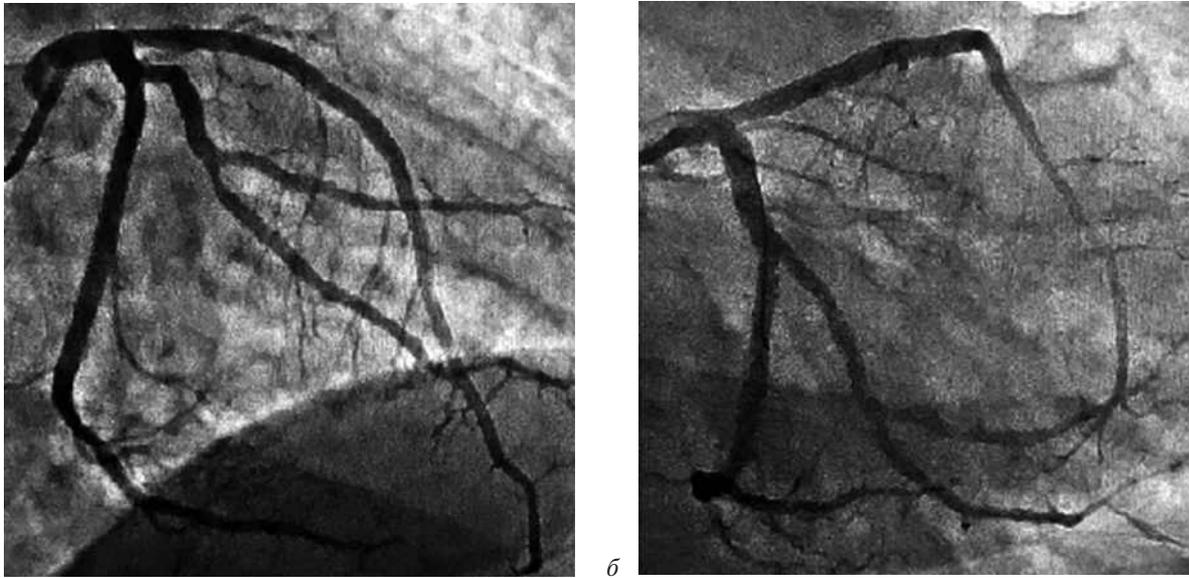


Рис. 5. Коронарография после стентирования (а, б)

водниковая реканализация и стентирование ВТК ОА и стентирование в ПНА стентами с лекарственным покрытием (рис. 4, 5).

### Заключение

У пациентов с левым и сбалансированным типами кровоснабжения миокарда при наличии многососудистого поражения коронарного русла отмечается тенденция к увеличению госпитальной летальности при ОКСпСТ по сравнению с пациентами с правым типом кровоснабжения миокарда. Также исследования показали, что неполная реваскуляризация является фактором, который увеличивает госпитальную летальность у пациентов с правым типом. Сле-

довательно, можно предположить, что необходимо добиваться полной реваскуляризации у пациентов с правым типом кровоснабжения миокарда при ОКСпСТ. Однако в группе пациентов, у которых была достигнута полная реваскуляризация, левый или сбалансированный типы являлись также предиктором неблагоприятных событий.

Тип кровоснабжения миокарда служит немодифицируемым фактором прогноза у пациентов с ОКСпСТ.

### Литература/References

1. Wijns W, Serruys P.W, Vahanian A., Eeckhout E., De Palma R., van Sambeek M. (Eds). The PCR – EAPCI Textbook. Percutaneous interventional cardiovascular medicine. 2020.

2. Angelini P, Velasco J.A., Flamm S. Coronary anomalies: incidence, pathophysiology, and clinical relevance. *Circulation*. 2002; 105: 2449–54. DOI: 10.1161/01.cir.0000016175.49835.57
3. Knaapen M., Koch A.H., Koch C., Koch K.T., Li X., Van Rooij P.C. et al. Prevalence of left and balanced coronary arterial dominance decreases with increasing age of patients at autopsy. A postmortem coronary angiograms study. *Cardiovasc. Pathol*. 2013; 22: 49–53. DOI: 10.1016/j.carpath.2012.02.012
4. Ilija R., Cafri C., Weinstein J.M., Gueron M. Acute myocardial infarction due to occlusion of the dominant left circumflex artery proximally. *Am. J. Cardiol*. 2003; 92: 54–5. DOI: 10.1016/s0002-9149(03)00465-x
5. Dodge Jr J.T., Brown B.G., Bolson E.L., Dodge H.T. Lumen diameter of normal human coronary arteries. Influence of age, sex, anatomic variation, and left ventricular hypertrophy or dilation. *Circulation*. 1992; 86: 232–46. DOI: 10.1161/01.cir.86.1.232
6. Parikh N.I., Honeycutt E.F., Roe M.T., Neely M., Rosenthal E.J., Mittleman M.A. et al. Left and codominant coronary artery circulations are associated with higher in-hospital mortality among patients undergoing percutaneous coronary intervention for acute coronary syndromes. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcom*. 2012; 5: 775–82. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.111.964593
7. Veltman C.E., de Graaf F.R., Schuijf J.D., van Wèrkhoven J.M., Jukema J.W., Kaufmann P.A. et al. Prognostic value of coronary vessel dominance in relation to significant coronary artery disease determined with non-invasive computed tomography coronary angiography. *Eur. Heart J*. 2012; 33: 1367–77. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs034
8. Veltman C.E., Van der Hoeven B.L., Hoogslag G.E., Boden H., Kharbanda R.K., De Graaf M.A. et al. Influence of coronary vessel dominance on short- and long-term outcome in patients after ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur. Heart J*. 2015; 36: 1023–30. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu236
9. Abu-Assi E., Castineira-Busto M., Gonzalez-Salvado V., Raposeiras-Roubin S., Abumuaileq R.R., Pena-Gil C. et al. Coronary artery dominance and long-term prognosis in patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with primary angioplasty. *Rev. Esp. Cardiol*. 2016; 69 (1): 19–27. DOI: 10.1016/j.rec.2015.04.010
10. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Chaitman B.R., Bax J.J., Morrow D.A., White H.D., ESC Scientific Document Group. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur. Heart J*. 2019; 40 (3): 237–69. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy462
11. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al., ESC Scientific Document Group, 2018. ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J*. 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
12. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucciarelli-Ducci Ch., Bueno H. et al., ESC Scientific Document Group, 2017. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: the task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J*. 2018; 39 (2): 119–77. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx393
13. Nallamothu B.K., Spertus J.A., Lansky A.J., Cohen D.J., Jones P.G., Kureshi F. et al. Comparison of clinical interpretation with visual assessment and quantitative coronary angiography in patients undergoing percutaneous coronary intervention in contemporary practice: the assessing angiography (A2) project. *Circulation*. 2013; 127: 1793–800. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001952
14. De Innocentiis C., Zimarino M., De Caterina R. Is complete revascularisation mandated for all patients with multivessel coronary artery disease? *Interv. Cardiol*. 2018; 13 (1): 45–50. DOI: 10.15420/icr.2017:23:1

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.127-089.844.168

## Эндоваскулярное лечение поражений коронарных артерий малого диаметра: за и против

З.А. Кавтеладзе<sup>1,2</sup>, Л.Е. Парнес<sup>2</sup>, П.М. Ермолаев<sup>1,2</sup>, С.Ю. Даниленко<sup>1,2</sup>, Г.А. Брутян<sup>2</sup>, К.В. Асатрян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», Абrikосовский пер., 2, Москва, 119991, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. М.Е. Жадкевича» Департамента здравоохранения г. Москвы, Можайское ш., 14, Москва, 121374, Российская Федерация

Кавтеладзе Заза Александрович, доктор мед. наук, профессор, заведующий лабораторией экстренной сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии, заведующий отделением сердечно-сосудистой патологии; orcid.org/0000-0003-0617-2332

Парнес Лев Евгеньевич, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0003-4597-0687

Ермолаев Павел Михайлович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6247-3872

Даниленко Сергей Юрьевич, науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-0887-0946

Брутян Гоар Артушевна, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-5638-3985

Асатрян Карен Владимирович, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-5714-1563

**Цель исследования** – анализ результатов эндоваскулярного лечения поражений артерий малого диаметра (от 2,0 до 2,25 мм) у пациентов с хронической формой ишемической болезни сердца (ИБС) и острым коронарным синдромом (ОКС).

**Материал и методы.** С 2014 г. в ГКБ им. М.Е. Жадкевича проведено эндоваскулярное лечение 157 пациентов со значимыми поражениями коронарных артерий малого диаметра. Среди них 68 пациентов были со стенокардией напряжения II–III ФК, 19 больных – с острым инфарктом миокарда без элевации сегмента ST и 70 пациентов – с нестабильной стенокардией. В исследование включались пациенты с часто рецидивирующим болевым синдромом, при наличии ишемических изменений на ЭКГ, выявленных зон гипокинеза по данным эхокардиографии, а также без значимых поражений коронарных артерий крупного калибра, кровоснабжающих ишемизированную область миокарда.

**Результаты.** Использовались стенты с лекарственным покрытием 2-го поколения. Варианты поражения коронарных артерий были следующие: тип А – 19%, тип В1 – 31%, тип В2 – 33%, тип С – 17%. Всего было имплантировано 218 стентов различной длины. На одного пациента использовалось от 1 до 3 стентов (в среднем 1,39). Непосредственный ангиографический успех составил 100%. У всех пациентов отмечен полный регресс клинической симптоматики после проведенного лечения. Случаев госпитальной летальности не было. Средний срок контрольного наблюдения составил 9±1,3 мес. Рестеноз стентов был выявлен в 8% случаев. В рестенозированных стентах выполнена ангиопластика баллонным катетером с лекарственным покрытием.

**Заключение.** Эндоваскулярное лечение при поражениях коронарных артерий малого диаметра (от 2,0 до 2,25 мм) как у больных с хронической ИБС, так и при ОКС является эффективным и безопасным методом реваскуляризации миокарда.

**Ключевые слова:** коронарные артерии малого диаметра; эндоваскулярное лечение; хроническая ишемическая болезнь сердца; острый коронарный синдром.

**Для цитирования:** Кавтеладзе З.А., Парнес Л.Е., Ермолаев П.М., Даниленко С.Ю., Брутян Г.А., Асатрян К.В. Эндоваскулярное лечение поражений коронарных артерий малого диаметра: за и против. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 245–51. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-245-251

**Для корреспонденции:** Парнес Лев Евгеньевич; E-mail: Jatkevich71@mail.ru

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

Поступила 09.07.2020  
Принята к печати 17.07.2020

## Endovascular treatment of small diameter coronary artery lesions: pros and cons

Z.A. Kavteladze<sup>1,2</sup>, L.E. Parnes<sup>2</sup>, P.M. Ermolaev<sup>1,2</sup>, S.Yu. Danilenko<sup>1,2</sup>, G.A. Brutyan<sup>2</sup>, K.V. Asatryan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>2</sup> Zhadkevich City Clinical Hospital, Moscow, 121374, Russian Federation

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

Lev E. Parnes, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-4597-0687

Pavel M. Ermolaev, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Endovascular Surgeon;  
orcid.org/0000-0001-6247-3872

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

Goar A. Brutyan, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5638-3985

Karen V. Asatryan, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5714-1563

**Objective.** Analysis of the results of endovascular treatment of lesions of small-diameter coronary arteries (arteries with a diameter 2.0–2.25 mm) in patients with chronic coronary artery disease (CCAD) and acute coronary syndrome (ACS).

**Material and methods.** Since 2014, endovascular treatment of 157 patients with significant lesions of small-diameter coronary arteries has been carried out at the M.E. Zhadkevich City Clinical Hospital. 68 patients had stable angina (CCS II or III), 19 patients with acute myocardial infarction without ST elevation, 70 patients had unstable angina. The study included patients with frequently recurring pain syndrome, in the presence of ischemic changes on the ECG, identified areas of hypokinesia according to echocardiography, as well as the absence of significant lesions of large-caliber coronary arteries supplying the ischemic region of the myocardium.

**Results.** Second generation drug eluting stents were used. Variants of coronary artery lesions: A type – 19%, B1 type – 31%, B2 type – 33%, C type – 17%. A total of 218 stents of various lengths were implanted. 1 to 3 stents were used per patient (1.39 on average per patient). The immediate angiographic success rate was 100%. All patients showed complete regression of clinical symptoms after treatment. There were no cases of hospital mortality. The average follow-up period was  $9 \pm 1.3$  months. Stent restenosis was detected in 8%. The restenotic stents underwent angioplasty with a drug-eluting balloon catheter.

**Conclusion.** Endovascular treatment for lesions of small diameter coronary arteries (2.0–2.25 mm) in patients with CCAD and ACS is an effective and safe method of revascularization.

**Keywords:** small diameter coronary arteries; endovascular treatment; chronic ischemic heart disease; acute coronary syndrome.

**For citation:** Kavteladze Z.A., Parnes L.E., Ermolaev P.M., Danilenko S.Yu., Brutyan G.A., Asatryan K.V. Endovascular treatment of small diameter coronary artery lesions: pros and cons. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 245–51 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-245-251

**For correspondence:** Lev E. Parnes; E-mail: Jatkevich71@mail.ru

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

Received July 9, 2020

Accepted July 17, 2020

## Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний занимает лидирующие позиции в мире и составляет 31% в общей структуре смертности населения. В 2018 г. было зафиксировано 17,6 млн случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний [1].

С момента распространения инвазивных методов лечения ишемической болезни сердца (ИБС) за последние 20 лет наметилась четкая тенденция к снижению инвалидизации и смертности от патологии сердечно-сосудистой системы. Так, в России в 2018 г. зафиксировано 584 случая смерти на 100 тыс. населения [2]. Среди методов, позволивших значимо повысить успех лечения ИБС, первое место занимает ангиопластика и стентирование коронарных артерий.

В настоящее время общепризнанным, эффективным и самостоятельным методом лечения коронарного атеросклероза является стентирование коронарных артерий. Прогрессивное развитие эндоваскулярных методик лечения ИБС обусловлено в первую очередь разработ-

кой и внедрением новых технологий, усовершенствованием инструментария и методик. Одним из самых значимых следует считать разработку стентов с лекарственным покрытием, что существенно увеличило отдаленную эффективность чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ). С появлением высокотехнологичных стентов возможности инвазивных вмешательств превысили все исторические прогнозы. Первые стенты для коронарных артерий (Wallstent, Palmaz-Schatz) характеризовались невысокой биосовместимостью, сопровождались частым развитием тромбозов и рестенозов в стентах. Необходимый диаметр проводниковых катетеров составлял 8–9 F. Показания к применению были весьма ограничены – это окклюзирующие просвет артерии рестенозы и диссекции после предшествующей баллонной ангиопластики, стенозы аортокоронарных шунтов [3–6]. Сегодня же фирмы-производители предлагают в линейке своих продуктов стенты с огромным диапазоном диаметров – от 5,0 до 2,0 мм, минимальным риском развития рестенозов и тромбозов, а также оптимальными возможностями доставки стентов [7–9].

Известно, что атеросклероз артерий малого диаметра долгое время оставался главной проблемой как прямой реваскуляризации, так и эндоваскулярных методов лечения и сопровождался высокой частотой технических неудач. Причем шунтирование часто выполняется на коронарных артериях диаметром менее 2,25 мм, что обусловлено значимостью сосудов малого диаметра в кровоснабжении миокарда [10]. В то же время при выполнении эндоваскулярных вмешательств на артериях малого диаметра повышается риск развития рестеноза и иных неблагоприятных исходов [5].

Согласно литературным данным, к артериям малого диаметра обычно относят артерии с референсным диаметром 3 мм и менее [11–15]. По данным некоторых исследований, к малым артериям рекомендовано относить сосуды диаметром менее 2,5 мм [16]. Оценка реваскуляризации сосудов диаметром 2,25 мм и менее не так часто встречается в научных исследованиях, обычно в качестве дополнительной группы исследования [17, 18]. Сейчас развитие эндоваскулярных технологий позволяет максимально безопасно и эффективно «подобраться» и к таким сосудам [19–21].

По сравнению с баллонной ангиопластикой стентирование коронарных артерий позволяет предотвратить развитие как “elastic recoil” (сужение артерии вследствие естественных эластических свойств стенки сосуда), так и позднего ремоделирования в артериях диаметром 3 мм и более [5]. Однако это преимущество не доказано для артерий малого диаметра. Кроме того, сосуды малого диаметра после чрескожного коронарного вмешательства более подвержены рестенозу, поскольку неоинтимальная ткань редко формируется без ущерба кровотоку [22]. Так, по данным L.C. van der Heijden et al., при стентировании коронарных артерий диаметром менее 2,25 мм достоверно повышается частота Target Lesion Failure (комбинированная конечная точка исследования, которая включает случаи кардиальной смерти, инфаркта миокарда в бассейне целевого сосуда и реваскуляризацию целевого сосуда, обусловленную стенозом более 70% либо более 50% при наличии доказанной ишемии или клинических симптомов) по сравнению со стентированием коронарных артерий диаметром 2,5 мм и более [16]. Для лечения стенозов коронарных артерий малого диаметра хорошо себя зарекомендовали баллоны с лекарственным покрытием [12, 17, 23].

Поражения артерий малого диаметра часто ассоциируются с дополнительными факторами высокого риска, такими как сахарный диабет и многососудистое поражение коронарных артерий. Зачастую частичная реваскуляризация не дает ожидаемых результатов в виде полного регресса симптомов стенокардии, что свидетельствует о важной роли ветвей малого диаметра в коронарном кровотоке [13]. При этом неполная реваскуляризация после ЧКВ является одним из важных факторов, определяющих менее благоприятные исходы данного вмешательства по сравнению с операцией аортокоронарного шунтирования [24].

Принимая во внимание данные литературы, отсутствие крупных исследований по проблеме эндоваскулярного лечения артерий диаметром менее 2,25 мм, а также актуальность проблемы атеросклероза артерий малого калибра, целью настоящего исследования стал анализ результатов эндоваскулярного лечения поражений артерий малого диаметра (2,0–2,25 мм) у пациентов с хронической формой ИБС и острым коронарным синдромом (ОКС).

### Материал и методы

С 2014 г. в отделении сердечно-сосудистой патологии ГКБ им. М.Е. Жадкевича выполнены ЧКВ у 157 пациентов с поражением коронарных артерий малого диаметра. Среди них было 68 пациентов со стенокардией напряжения II–III ФК, 19 больных – с острым инфарктом миокарда без элевации сегмента ST, 70 больных – с клиническим диагнозом «нестабильная стенокардия». В исследование включались пациенты с часто рецидивирующим болевым синдромом, при наличии ишемических изменений на ЭКГ, выявленных зон гипокинеза по данным эхокардиографии, а также без значимых поражений коронарных артерий крупного калибра, кровоснабжающих ишемизированную область миокарда. Всем пациентам без исключения провели стентирование коронарных артерий.

### Результаты

Сводные клинико-анамнестические данные включенных в исследование пациентов представлены в таблице 1.

Всем пациентам было выполнено полное кардиологическое обследование, включавшее сбор анамнеза, ЭКГ, холтеровское мониторирование ЭКГ, эхокардиографическое исследование. При отсутствии противопоказаний прово-

Таблица 1

## Сводные клиничко-анамнестические данные пациентов

Параметр	Значение
Средний возраст, лет	58±5
Мужской пол, %	55,6
Женский пол, %	44,4
Курение, %	57,9
Инфаркт в анамнезе, %	14,5
Инсульт в анамнезе, %	11,4
Сердечная недостаточность, %	5,6
Хроническая ишемия нижних конечностей, %	17,4
Предыдущие ЧКВ, %	25,6

дился тест с дозированной физической нагрузкой. В случае наличия жалоб, верификации и подтверждения ишемии по данным инструментальных методов обследования пациенты направлялись на коронарную ангиографию (КАГ), с последующим решением вопроса о необходимости выполнения ЧКВ.

По данным КАГ, правый тип кровоснабжения миокарда встречался у 42,4% пациентов, левый – у 29,6%, сбалансированный – у 28%. Средний SYNTAX Score составил 20,4 во всей когорте включенных в исследование пациентов. Референсный диаметр стенозированных коронарных артерий рассчитывался с помощью цифровой количественной ангиометрии рабочей станции ангиографа Toshiba Infinix vs-i. Количественному ангиометрическому анализу предшествовало обязательное интракоронарное введение 200 мкг нитроглицерина. Калибровку расчетов проводили по катетеру, заполненному контрастным веществом. Выявлены следующие поражения коронарных артерий малого диаметра:

- стеноз диагональной артерии – у 15,7%;
- стеноз ветви тупого края – у 16,4%;
- стеноз задней нисходящей артерии (басейн правой коронарной артерии) – у 67,9% пациентов.

По классификации Американского колледжа кардиологии и Американской ассоциации сердца (АСС/АНА) преобладали стенозы коронарных артерий типа В2 и В1:

- тип А – у 19%;
- тип В1 – у 31%;
- тип В2 – у 33%;
- тип С – у 17% пациентов.

Всем пациентам были имплантированы стенты с лекарственным покрытием 2-го поколения. Стентирование выполнялось трансрадиальным доступом. Всего было имплантировано 218 стентов различной длины. На одного пациента приходилось от 1 до 3 стентов (в среднем 1,39). В 24% случаев (52 поражения) стенты диаметром 2,0 мм имплантировались с давлением в баллонном катетере, рекомендованным производителем. В 76% случаев (166 поражений) при протяженном стенозе выполнялось моделирование диаметра стента по длине баллонами высокого давления диаметром 2,25 и 2,5 мм.

Непосредственный ангиографический успех ЧКВ составил 100%. Все пациенты без исключения получали двойную антиагрегантную терапию – брилинта (при ОКС) и плавикс (у больных со стабильными формами ИБС), аспирин.

После проведенных ЧКВ все пациенты наблюдались в отделении реанимации и интенсивной терапии в течение суток. Средний койко-день в общей когорте пациентов составил 4,3 дня. Все пациенты были выписаны без осложнений, случаев госпитальной летальности не зафиксировано. У всех пациентов отмечен полный регресс клинической симптоматики после проведенного лечения.

В рамках нашего исследования все пациенты прошли телефонное анкетирование в сроки от 8 до 10 мес после выписки из стационара, а также контрольное обследование, включающее выполнение КАГ. Все пациенты отметили хорошее самочувствие, отсутствие ангинозных болей, высокое качество жизни. Средний срок контрольного наблюдения составил 9±1,3 мес. В изучаемой группе пациентов рестеноз стентов по данным КАГ был выявлен в 8% случаев (17 стентов). Распределение in-stent рестенозов по классификации R. Mehran представлено в таблице 2. С целью лечения рестенозов выполнена

Таблица 2

## Распределение in-stent рестенозов по R. Mehran

Тип поражения	Количество рестенозов (n=17)	
	n	%
Класс I (локальный) тип I B	9	53
Класс I (локальный) тип I D	6	35
Класс III	2	12

ангиопластика баллонными катетерами с лекарственным покрытием, с положительным ангиографическим и клиническим результатом во всех случаях.

### Обсуждение

Известно, что долгое время реваскуляризация коронарных артерий малого диаметра была проблематичной из-за высокого риска развития критических рестенозов. До появления стентов с лекарственным покрытием частота рестенозов после ЧКВ артерий малого диаметра достигала 50%, и имплантация стентов по сравнению с баллонной ангиопластикой имела незначительные преимущества [25–27]. Стенты с лекарственным покрытием позволили значительно сократить частоту развития рестеноза, и их преимущества не подлежат сомнению в отношении стентирования малокалиберных артерий [28–30]. С. W. Lee et al. провели оценку прогностических факторов неблагоприятного исхода после имплантации стентов с покрытием, выделяющим сиролimus, у 1092 пациентов с референсным диаметром артерии менее 2,5 мм. Авторы сообщают о значительной корреляции между частотой рестенозирования и длиной поражения (в 29,4% случаев — у пациентов с длиной поражения более 60 мм). Многофакторный анализ показал, что длина поражения является более значительным предиктором рестеноза сосудов малого диаметра, чем их референсный диаметр ( $p < 0,001$ ). При этом сахарный диабет не был значимым предиктором развития рестеноза после имплантации стентов с лекарственным покрытием ( $p = 0,378$ ) [22].

Атеросклеротические поражения коронарных артерий малого диаметра часто встречаются у больных сахарным диабетом, и доля пациентов, нуждающихся в ЧКВ, по всей видимости, возрастет. Следует помнить, что для этих пациентов характерна более высокая частота развития клинического и ангиографического рестеноза после выполнения ангиопластики мелких сосудов, как показано в упомянутых выше исследованиях. Риск развития осложнений, в частности рестеноза, у многих из этих пациентов повышен в связи с наличием протяженного диффузного поражения коронарных артерий на фоне сахарного диабета. Малый просвет целевых артерий не оставляет резерва для адекватного неоинтимального роста, что может ухудшать отдаленные результаты стен-

тирования. Эта причина не позволяет использовать голометаллические стенты в сосудах малого диаметра. Сегодня мы имеем в арсенале большое количество высокотехнологичных стентов малого диаметра с лекарственным покрытием, что расширяет возможности ЧКВ малокалиберных артерий.

Известно, что технические характеристики имплантируемых стентов, такие как дизайн, толщина балки, тип полимера, способны повлиять на долгосрочный клинический исход имплантации. В частности, согласно некоторым исследованиям, стенты с наименьшей площадью металлической поверхности показывают наиболее благоприятные ангиографические и клинические исходы. Дизайн стента, сплав, лекарственное покрытие, методика имплантации влияют на эффективность и безопасность имплантации, вероятность развития тромбоза, степень реактивности сосудистого ответа и последующий риск развития рестеноза в стенте [31, 32].

Широкая доступность новых высокобиосовместимых сплавов с аналогичной или большей, чем у нержавеющей стали, радиальной жесткостью позволит производить стенты с низкой плотностью металлов, что, наряду с выделением лекарств с таких биосовместимых платформ, может еще больше улучшить ангиографические и клинические результаты эндоваскулярного лечения артерий малого диаметра.

Тем не менее размер артерии остается важной детерминантой неблагоприятных исходов даже в эпоху высокотехнологичных стентов с лекарственным покрытием. Несмотря на наличие множества крупных регистров, имеются ограниченные данные по ЧКВ на сосудах диаметром менее 2,25 мм, в которых участвуют пациенты разных стран в реальных условиях. По данным С. Strehblow et al., рестеноз в сосудах малого диаметра может протекать бессимптомно и, следовательно, его трудно обнаружить, если не проводить контрольное исследование [33].

Чрескожное коронарное вмешательство на сосудах малого диаметра (от 2,0 до 2,25 мм) обоснованно считается спорным в связи с малой зоной кровоснабжения, высоким риском диссекции, перфорации и частым развитием рестенозов по сравнению с эндоваскулярным лечением сосудов большего диаметра. Клиническую значимость поражения следует интерпретировать в рамках клинической ситуации

у каждого конкретного пациента. В наше исследование были включены только пациенты с документированной острой или хронической ишемией.

### Заключение

Проведенное нами исследование демонстрирует, что стентирование коронарных артерий малого диаметра (от 2,0 до 2,25 мм) как у больных с хронической формой ИБС, так и при ОКС является безопасным и высокоэффективным методом реваскуляризации. Следует отметить, что технический успех имплантации стентов в нашем исследовании составил 100%. Отсутствие тромбозов, небольшое количество рестенозов, надежный клинический результат, полная редукция симптомов ишемической болезни сердца позволяют с оптимизмом смотреть на перспективы лечения атеросклеротически измененных коронарных артерий малого диаметра.

### Литература [References]

- World Health Organization. (2018). World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. World Health Organization. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272596>
- Суринов А.Е. Россия в цифрах. Краткий статистический сборник. М.: Росстат; 2018. [Surinov A.E. Russia in numbers. Statistical compendium. Moscow: Rosstat; 2018 (in Russ.).]
- Gaspard Ph. The History of coronary angioplasty. Available at: <http://www.yumpu.com/en/document/read/27878013/the-history-of-coronary-fngioplasty>
- Карпов Ю.А., Самко А.Н., Буза В.В. Коронарная ангиопластика и стентирование. М.: Медицинское информационное агентство; 2010. [Karpov Yu.A., Samko A.N., Buza V.V. Coronary angioplasty and stenting. Moscow; 2010 (in Russ.).]
- Serruys P.W., Strauss B.H., Beatt K.J., Bertrand M.E., Puel J., Rickards A.F. et al. Angiographic follow-up after placement of a self-expanding coronary-artery stent. *N. Engl. J. Med.* 1991; 324: 13–7.
- Sigwart U., Puel J., Mirkovitch V., Joffre F., Kappenberger L. Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N. Engl. J. Med.* 1987; 316: 701–6.
- Lee D.-H., de la Torre Hernandez J.M. The newest generation of drug-eluting stents and beyond. *Eur. Cardiol. Review.* 2018; 13 (1): 54–9. DOI: 10.15420/eurcardiol.2018.8:2
- Fornell D. New directions and trends in coronary metallic stents. 2019. Available at: <https://www.dicardiology.com/article/new-directions-and-trends-coronary-metallic-stents>
- Ankur Kalra A., Hasan Rehman H., Khera S., Thyagarajan B., Bhatt D.L., Kleiman N.S. et al. New-generation coronary stents: current data and future directions. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2017; 19 (3): 14. DOI: 10.1007/s11883-017-0654-1
- Ramstrom J., Lund O., Cadavid E., Thuren J., Oxelbark S., Henze A. et al. Multiarterial coronary artery bypass grafting with special reference to small vessel disease and results in women. *Eur. Heart J.* 1993; 14 (5): 634–9. DOI: 10.1093/eurheartj/14.5.634
- Rathore S. Small coronary vessel angioplasty: outcomes and technical considerations. *Vasc. Health. Risk. Manag.* 2010; 6: 915–22. DOI: 10.2147/VHRM.S8161
- Jeger R.V., Farah A., Ohlow M.A., Mangner N., Möbius-Winkler S., Leibundgut G. et al. Drug-coated balloons for small coronary artery disease (Basket-Small 2): an open-label randomized non-inferiority trial. *Lancet.* 2018; 392 (10150): 849–56. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31719-7
- Алекян Б.Г., Панков А.С. Стентирование коронарных артерий малого диаметра. В кн.: Бокерия Л.А., Алекян Б.Г. (ред.) Руководство по рентгенэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2008: 609–22. [Alekyan B.G., Pankov A.S. Stenting of coronary arteries of small diameter. In: Bockeria L.A., Alekyan B.G. (Eds.). Textbook of endovascular surgery for cardiovascular diseases. Moscow; 2008: 609–22 (in Russ.).]
- Бокерия Л.А., Алекян Б.Г., Бузиашвили Ю.И., Голухова Е.З., Никитина Т.Г., Стаферов А.В. и др. Стентирование коронарных артерий малого диаметра ( $\leq 2,5$  мм). *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2008; 4: 20–6. [Bockeria L.A., Alekyan B.G., Buziashvili Yu.I., Golukhova Ye.Z., Nikitina T.G., Staferov A.V. et al. Stenting of coronary arteries of small diameter ( $\leq 2.5$  mm). *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2008; 4: 20–6 (in Russ.).]
- Li M., Guo C., Lv Y.-H., Zhang M.-B., Wang Z.-L. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent in de novo small coronary vessel disease: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019; 98 (21): e15622. DOI: 10.1097/MD.00000000000015622
- Van der Heijden L.C., Kok M.M., Danse P.W., Schramm A.R., Hartmann M., Löwik M.M. Small-vessel treatment with contemporary newer-generation drug-eluting coronary stents in all-comers: insights from 2-year DUTCH PEERS (TWENTE II) randomized trial. *Am. Heart J.* 2016; 176: 28–35. DOI: 10.1016/j.ahj.2016.02.020
- Tang Y., Qiao S., Su X., Chen Y., Jin Z., Chen H. et al. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent for small-vessel disease: the RESTORE SVD China randomized trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11: 2381–92. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.09.009
- Mehilli J., Dibra A., Kastrati A., Pache J., Dirschinger J., Schömig A. et al. Randomized trial of paclitaxel- and sirolimus-eluting stents in small coronary vessels. *Eur. Heart J.* 2006; 27 (3): 260–6. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi721
- Sim H.W., Ananthakrishna R., Chan S.P., Low A.F., Lee C.H., Chan M.Y. et al. Treatment of very small de novo coronary artery disease with 2.0 mm drug-coated balloons showed 1-year clinical outcome comparable with 2.0 mm drug-eluting stents. *J. Inv. Cardiol.* 2018; 30 (7): 256–61. Available at: <https://www.invasivecardiology.com/articles/treatment-very-small-de-novo-coronary-artery-disease-20-mm-drug-coated-balloons-showed-1>
- Price M.J., Saito S., Shlofmitz R.A., Spriggs D., Attubato M., McLaurin B. et al. First report of the resolute onyx 2.0-mm zotarolimus-eluting stent for the treatment of coronary lesions with very small reference vessel diameter. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (14): 1381–8. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.05.004
- Jeffrey B.A., Zhaowei A., Green B. Resolute onyx 2.0: a new tool for small vessel coronary artery disease. *Cath. Lab. Digest.* 2019; 27 (9). Available at: <https://www.cathlabdigest.com/content/resolute-onyx-20-new-tool-small-vessel-coronary-artery-disease>
- Lee C.W., Suh J., Lee S.W., Park D.W., Lee S.H., Kim Y.H. et al. Factors predictive of cardiac events and restenosis after sirolimus-eluting stent implantation in small coronary arteries. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2007; 69 (6): 821–5. DOI: 10.1002/ccd.21019

23. Latib A., Ruparelia N., Menozzi A., Castriota F., Micari A., Cremonesi A. et al. 3-year follow-up of the Balloon Elution and Late Loss Optimization study (BELLO). *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (8): 1132–4.
24. Ong A.T., Serruys P.W. Complete revascularization: coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention. *Circulation.* 2006; 114 (3): 249–55. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.614420
25. Park S.W., Lee C.W., Hong M.K., Kim J.J., Cho G.Y., Nah D.Y. et al. Randomized comparison of coronary stenting with optimal balloon angioplasty for treatment of lesions in small coronary arteries. *Eur. Heart J.* 2000; 21: 1785–9.
26. Moreno R., Fernandez C., Alfonso F., Hernandez R., PerezVizcayno M.J., Escaned J. et al. Coronary stenting versus balloon angioplasty in small vessels: a meta-analysis from 11 randomized studies. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 43: 1964–72.
27. Agostoni P., Biondi-Zoccai G.G.L., Gasparini G.L., Anselmi M., Morando G., Turri M. et al. Is bare-metal stenting superior to balloon angioplasty for small vessel coronary artery disease? Evidence from a meta-analysis of randomized trials. *Eur. Heart J.* 2005; 26: 881–9.
28. Moses J.W., Leon M.B., Popma J.J., Fitzgerald P.J., Holmes D.R., O'Shaughnessy C. et al. Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery. *N. Engl. J. Med.* 2003; 349: 1315–23.
29. Ardissino D., Cavallini C., Bramucci E., Indolfi C., Marzocchi A., Manari A. et al. Sirolimus-eluting vs uncoated stents for prevention of restenosis in small coronary arteries: a randomized trial. *JAMA.* 2004; 292: 2727–34.
30. Mehilli J., Dibra A., Kastrati A., Pache J., Dirschinger J., Schomig A. Intracoronary Drug-Eluting Stenting to Abrogate Restenosis in Small Arteries (ISAR-SMART 3) study investigators. Randomized trial of paclitaxel- and sirolimus-eluting stents in small coronary vessels. *Eur. Heart J.* 2006; 27: 260–6.
31. Mehilli J., Dibra A., Kastrati A., Pache J., Dirschinger J., Schömig A. et al. Randomised trial of paclitaxel and sirolimus-eluting stents in small coronary vessels. *Eur. Heart J.* 2006; 27: 260–6. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi721
32. Nasu K., Oikawa Y., Shirai S., Hozawa H., Kashima Y., Tohara S. et al. Two-year clinical outcome in patients with small coronary artery disease treated with everolimus-versus paclitaxel-eluting stenting. *J. Cardiol.* 2015; 68 (3): 209–14. DOI: 10.1016/j.jjcc.2015.08.024
33. Strehblow C., Gyongyosi M., Zenker G., Wallner H., Heigert M., Siostrzonek P. et al. Small vessel stenting with cobalt-chromium stents (Arthos Pico) in real-world setting. *Coron. Art. Dis.* 2007; 18 (4): 305–11. DOI: 10.1097/MCA.0b013e3281286541

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.134-089.819.5:616.12-009.72:616.132.2-089.86

## Использование оптической когерентной томографии для сравнительного анализа причин рецидива стенокардии после имплантации различных типов стентов в течение двухлетнего периода наблюдения

В.Н. Фомин<sup>2</sup>, Б.А. Руденко<sup>1</sup>, А.В. Араблинский<sup>2</sup>, А.С. Шаноян<sup>1</sup>, О.М. Драпкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России, Петроверигский пер., 10, Москва, 101000, Российская Федерация

<sup>2</sup> ГБУЗ «Государственная клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, 2-й Боткинский пр-д, 5, Москва, 125284, Российская Федерация

Фомин Виталий Николаевич, врач-рентгенолог, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; [orcid.org/0000-0001-6988-579X](https://orcid.org/0000-0001-6988-579X)

Руденко Борис Александрович, доктор мед. наук, руководитель отдела инновационных методов профилактики, диагностики и лечения сердечно-сосудистых и других хронических неинфекционных заболеваний, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; [orcid.org/0000-0003-0346-9069](https://orcid.org/0000-0003-0346-9069)

Араблинский Александр Владимирович, доктор мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, врач-рентгенолог; [orcid.org/0000-0002-2117-5016](https://orcid.org/0000-0002-2117-5016)

Шаноян Артем Сергеевич, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; [orcid.org/0000-0003-1927-7942](https://orcid.org/0000-0003-1927-7942)

Драпкина Оксана Михайловна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, директор; [orcid.org/0000-0002-4453-8430](https://orcid.org/0000-0002-4453-8430)

**Цель исследования** – провести сравнительный анализ причин развития стенокардии после имплантации коронарных стентов различных типов в течение двухлетнего периода наблюдения с использованием внутрисосудистой визуализации (оптическая когерентная томография). Определить факторы риска развития рестеноза и неоатеросклероза в стенте.

**Материал и методы.** В исследование включены 752 пациента с ИБС и многососудистым атеросклеротическим поражением коронарного русла, которым за период с 2010 по 2016 г. выполнено чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). Стенты без лекарственного покрытия имплантированы 318 (42,3%), с лекарственным покрытием – 434 (57,7%) пациентам. Через 1 год после ЧКВ при наличии клинических проявлений ИБС были выполнены коронарная ангиография и оптическая когерентная томография (ОКТ) у 134 (17,8%) пациентов в группе со стентами без лекарственного покрытия и у 61 (8,1%) пациента в группе со стентами с лекарственным покрытием. Через 2 года в группе с имплантированными стентами без лекарственного покрытия инвазивное обследование выполнено 62 (8,2%), с лекарственным покрытием – 71 (9,4%) пациентам. По данным ОКТ определялись минимальная площадь стентированного сегмента, наличие гладкомышечной пролиферации, наличие признаков неоатеросклероза интимы (включение липидов, кальция, разрыв капсулы бляшки), наличие деформации и мальпозиции стента.

**Результаты.** В течение первого года наблюдения развитие основных коронарных событий в группе с непокрытыми стентами наблюдалось в 87 (27,4%), с лекарственным покрытием – в 48 (11%) случаях ( $p < 0,05$ ). По данным ОКТ, рецидив стенокардии был обусловлен преимущественно пролиферацией гладкомышечных элементов в области имплантации стента (рестенозом): в группе с непокрытыми стентами рестеноз развился в 166 (22,7%), с лекарственным покрытием – в 81 (8,4%) случаях ( $p < 0,05$ ). Независимыми предикторами возникновения рестеноза в непокрытом стенте стали сахарный диабет, поражение проксимального сегмента передней нисходящей артерии, малый диаметр сосуда.

В течение второго года наблюдения развитие основных коронарных событий в группе с непокрытыми стентами выявлено у 39 (12,3%), со стентами с лекарственным покрытием – у 50 (11,6%) пациентов ( $p > 0,05$ ). По данным ОКТ, рецидив стенокардии был обусловлен развитием неоатеросклероза (включением липидных элементов в неоинтимальную оболочку в области имплантации стента) у 38 (5,3%) больных в группе с непокрытыми стентами и у 52 (5,4%) больных со стентами с лекарственным покрытием, что достоверно не отличалось ( $p > 0,05$ ) от частоты прогрессирования атеросклероза в нестентированных сегментах коронарного русла – 4,9% в среднем в обеих группах. Факторами, достоверно повышающими риск неоатеросклеротических изменений в стенте, являлись его деформация и неполное прилегание к стенке сосуда.

**Заключение.** По данным ОКТ, рецидив стенокардии в первый год после стентирования преимущественно обусловлен развитием рестеноза (гиперплазией гладкомышечных элементов), основным предиктором которого является использование стентов без лекарственного покрытия, и другими факторами риска (сахарный диабет, проксимальный сегмент передней нисходящей артерии). В течение второго года после чрескожного коронарного вмешательства рецидив стенокардии обусловлен как развитием неоатеросклероза, так и прогрессированием атеросклероза в нативном коронарном русле. Частота развития этого феномена

достоверно не различается у пациентов со стентами с лекарственным покрытием, без лекарственного покрытия и нативным руслом. Факторами, достоверно повышающими риск неоатеросклеротических изменений в стенте, являются его деформация и неполное прилегание к стенке сосуда.

**Ключевые слова:** стент без лекарственного покрытия; стент с лекарственным покрытием; неоатеросклероз; рестеноз стента, оптическая когерентная томография.

**Для цитирования:** Фомин В.Н., Руденко Б.А., Араблинский А.В., Шаноян А.С., Драпкина О.М. Использование оптической когерентной томографии для сравнительного анализа причин рецидива стенокардии после имплантации различных типов стентов в течение двухлетнего периода наблюдения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 252–64. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-252-264

**Для корреспонденции:** Фомин Виталий Николаевич; E-mail: x-raysurgeon@mail.ru

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

Поступила 19.08.2020  
Принята к печати 28.08.2020

## Use of optical coherence tomography in a comparative analysis of angina pectoris recurrence after stent implantation in the course of a two-year observation

V.N. Fomin<sup>2</sup>, B.A. Rudenko<sup>1</sup>, A.V. Arablinskiy<sup>2</sup>, A.S. Shanoyan<sup>1</sup>, O.M. Drapkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Preventive Medicine, Moscow, 101000, Russian Federation

<sup>2</sup> Botkin Municipal Clinical Hospital, Moscow, 125284, Russian Federation

Vitaliy N. Fomin, Radiologist, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6988-579X

Boris A. Rudenko, Dr. Med. Sc., Head of Department of Innovative Methods of Prevention, Diagnosis and Treatment of Cardiovascular and Other Chronic Non-communicable Diseases, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-0346-9069

Aleksandr V. Arablinskiy, Dr. Med. Sc., Head of Department of Radiosurgical Methods of Diagnostics and Treatment, Radiologist; orcid.org/0000-0002-2117-5016

Artem S. Shanoyan, Cand. Med. Sc., Head of Department of Radiosurgical Methods of Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0003-1927-7942

Oksana M. Drapkina, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS, Director; orcid.org/0000-0002-4453-8430

**Objective.** To conduct a comparative analysis of the causes of angina recurrence after implantation of various types of coronary stents during a two-year observation period based on intravascular imaging data (optical coherence tomography). Identify factors and predictors that increase the risk of neoatherosclerosis in the implanted stent. To show the possibilities and advantages of optical coherence tomography compared with coronary angiography in identifying differences in the causes of stent lumen loss at different times after their implantation.

**Material and methods.** Between 2010 and 2016, the study included 752 pts with coronary heart disease who had a clinical of angina pectoris, signs of myocardial ischemia, and the presence of a multivessel atherosclerotic lesion of the coronary arteries. All patients underwent percutaneous coronary intervention with implantation of bare metal stents (BMS, n=318) and drug-eluting stents (DES, n=434). The exclusion criteria was the implantation of stents of various types to one patient. After one year, patients with clinical manifestations (MACE, relapse of angina pectoris, detection of myocardial ischemia), in the group of patients with implantation of BMS, coronary angiography with optical coherence tomography was performed in 134 pts, in the group of DES implantation – 61 pts. Two years later, in the group of BMS implantation, an invasive examination was performed in 62 pts, in the group of DES implantation, 71 pts. The frequency of stent restenosis, the rate of progression of atherosclerosis in non-stented segments of the coronary arteries were calculated; according to optical coherence tomography (OCT), the minimum area of the stented segment, the presence of smooth muscle proliferation, the presence of signs of intimal neoatherosclerosis (inclusion of lipids, calcium, rupture of the plaque capsule), the presence of deformation and malposition of the stent were determined.

**Results.** During the first year of observation development of major coronary events in the group of bare metal stents implantation was observed in 87 (27.4%) pts, in the group of drug-eluting stents – in 48 (11%) pts (p<0.05). According to OCT data, the relapse of angina pectoris was mainly due to the proliferation of smooth muscle elements in the stent implantation area (restenosis): in the group of bare metal stents, restenosis developed in 166 (22.7%) cases, in the group of drug-eluting stents – in 81 (8.4%) cases (p<0.05). Diabetes mellitus, damage to the proximal segment of the LAD, and small diameter of the vessel were independent predictors of restenosis in the bare metal stent.

During the second year of follow-up, the development of major coronary events in the group of bare metal stents implantation was detected in 39 (12.3%) pts, in the drug-eluting stent implantation group – in 50 (11.6%) pts (p>0.05). According to OCT data, relapse of angina pectoris was caused by the development of neoatherosclerosis (inclusion of lipid elements in the neointimal membrane in the area of stent implantation) in the group of bare metal stents in 38 (5.3%) cases, in the group of drug-eluting stents – in 52 (5.4%) cases, which is significant (p>0.05) did not differ from the progression of atherosclerosis in non-stent segments of the coronary arteries (4.9%) on average in both groups. The factors that significantly increased the risk of neoatherosclerosis in the stent were: its deformation and incomplete adherence to the vessel wall.

**Conclusions.** According to optical coherence tomography, the recurrence of angina pectoris in the first year after percutaneous coronary intervention is mainly due to the development of restenosis (hyperplasia of smooth muscle elements), the main predictor is the use of BMS and other known risk factors (diabetes mellitus, the proximal segment of the anterior descending artery, etc.). In the second year after percutaneous coronary intervention, relapse of angina pectoris is caused both by the development of stent neoatherosclerosis (with typical signs of atherosclerotic plaque development) and the progression of atherosclerosis in the native coronary artery. The frequency of development of this phenomenon does not significantly differ between DES, BMS groups and the native coronary artery. Factors that significantly increase the risk of neoatherosclerosis in the stent are its deformation and malposition.

**Keywords:** bare metal stent; drug-eluting stent; neoatherosclerosis; in-stent restenosis; optical coherence tomography.

**For citation:** Fomin V.N., Rudenko B.A., Arablinskiy A.V., Shanoyan A.S., Drapkina O.M. Use of optical coherence tomography in a comparative analysis of angina pectoris recurrence after stent implantation in the course of a two-year observation. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 252–64 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-252-264

**For correspondence:** Vitaliy N. Fomin; E-mail: x-raysurgeon@mail.ru

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

Received August 19, 2020

Accepted August 28, 2020

## Введение

Несмотря на то что эндоваскулярная реваскуляризация миокарда заняла ведущие позиции в лечении ишемической болезни сердца, главным недостатком этого метода остается высокая частота повторных вмешательств, которая, по данным разных авторов, составляет от 5 до 15% [1]. В эпоху применения стентов без лекарственного покрытия (СБЛП) подавляющее число повторных реваскуляризаций проводилось в первые полгода после первичного коронарного вмешательства, что было обусловлено развитием рестеноза стента. Частота развития этого осложнения после имплантации голометаллических стентов составляет от 15 до 40% в зависимости от особенностей поражения коронарного русла и коморбидной патологии [2–4]. Морфологически развитие рестеноза обусловлено пролиферативными процессами гладкомышечных элементов в области имплантации инородного тела. По данным большинства литературных источников, частота повторных реваскуляризаций в течение второго года после имплантации СБЛП снижается, но остается на уровне 10–15% [5–7].

Появление в начале текущего столетия стентов с лекарственным покрытием (СЛП), подавляющих пролиферативные реакции, позволило существенно снизить уровень рестеноза и частоту повторных реваскуляризаций в течение первого года после вмешательства: по данным большинства исследователей, эти показатели не превышают 10% [7, 8]. Тем не менее многими авторами отмечается тенденция к сохранению и даже увеличению числа повторных вмешательств в течение второго года после имплантации СЛП – от 10 до 20%. Подобная тенденция

многими исследователями объясняется более частым (по сравнению с непокрытыми эндопротезами) развитием неоатеросклероза в стенте. Провоцирующими факторами этого процесса признаются атерогенные свойства цитостатических препаратов и полимеров, используемых в качестве резервуара для лекарственного вещества.

Прижизненная дифференциальная диагностика рестеноза и неоатеросклероза стента длительное время оставалась затруднительной вследствие ограничений традиционных методов визуализации – коронарной ангиографии и внутрисосудистого ультразвука. Появление методов с новыми принципами визуализации, в частности оптической когерентной томографии (ОКТ), позволяет выявить различия в морфологических процессах, развивающихся в имплантированных стентах. Подобная информация, в свою очередь, дает возможность точнее определить причины и механизм развития рецидива стенокардии в различные сроки после имплантации голометаллических стентов и стентов с лекарственным покрытием. В связи с этим целью нашего исследования являлось проведение сравнительного анализа причин развития стенокардии после имплантации коронарных стентов различных типов и определение факторов риска развития рестеноза и неоатеросклероза в стенте.

## Материал и методы

Работа выполнена на базе отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГКБ им. С.П. Боткина. В исследование на ретро- и проспективной основе включены 752 больных ишемической болезнью сердца с кли-

никой стенокардии и/или признаками ишемии миокарда, наличием атеросклеротического поражения коронарного русла, которым было выполнено эндоваскулярное лечение с установкой стентов в коронарные артерии в период с 2010 по 2016 г. У всех пациентов исходно имелось многососудистое атеросклеротическое поражение коронарного русла (стеноз более 50% или окклюзия в двух и более коронарных артериях, учитывались магистральные артерии, передняя нисходящая артерия (ПНА), огибающая артерия (ОА), правая коронарная артерия (ПКА) либо артерии первого порядка более 2 мм – диагональная ветвь, ветвь тупого края, ветвь острого края, задняя нисходящая ветвь, заднебоковая ветвь) и/или стеноз более 50% ствола ЛКА. Попытка достижения полной реваскуляризации с устранением всех гемодинамически значимых стенозов и окклюзий выполнялась у всех пациентов.

Период наблюдения за пациентами после эндоваскулярной операции составил 2 года. У 318 пациентов были имплантированы стенты без лекарственного покрытия, у 434 – стенты с лекарственным покрытием. Критерием исключения из исследования являлась имплантация стентов различного типа одному пациенту,

наличие хронической почечной недостаточности III ст. и кардиогенного шока. Сравнительная клиническая характеристика обследованных пациентов представлена в таблице 1.

В раннем послеоперационном периоде (госпитальный период) эффективность процедуры оценивали по следующим параметрам: наличие или отсутствие симптомов стенокардии, наличие или отсутствие осложнений (летальный исход, инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения). Клинически эффективным считался результат при исчезновении симптомов стенокардии либо снижении выраженности стенокардии на 2 функциональных класса и отсутствии осложнений.

Послеоперационное медикаментозное ведение осуществлялось по стандартной схеме с двойной антиагрегантной терапией (клопидогрел 75 мг 1 раз в день и ацетилсалициловая кислота 100–150 мг 1 раз в день либо тикагрелор 90 мг 2 раза в день и ацетилсалициловая кислота 100–150 мг 1 раз в день), назначенной на срок не менее 12 мес. Также всем пациентам назначали гиполипидемическую терапию в дозировках, необходимых для достижения целевых уровней липидного спектра.

Таблица 1

## Клиническая характеристика пациентов

Параметр	СБЛП (n=318)	СЛП (n=434)	P
Возраст, лет	62,6±16	64,8±18	>0,05
Пол			
мужской	178 (56%)	240 (55,3%)	>0,05
женский	140 (44%)	194 (44,7%)	>0,05
Стенокардия			
II ФК	22 (6,9%)	30 (6,9%)	>0,05
III–IV ФК	122 (38,4%)	172 (39,6%)	>0,05
Безболевая ишемия	12 (3,8%)	17 (3,9%)	>0,05
ОКС			
без подъема сегмента ST	109 (34,3%)	128 (29,5%)	>0,05
с подъемом сегмента ST	53 (16,7%)	87 (20%)	>0,05
Постинфарктный кардиосклероз	98 (30,8%)	133 (30,6%)	>0,05
Операция АКШ в анамнезе	17 (5,3%)	23 (5,3%)	>0,05
Артериальная гипертония	211 (66,4%)	275 (63,4%)	>0,05
Атеросклероз периферической локализации	122 (38,4%)	138 (31,8%)	>0,05
Сахарный диабет	113 (35,5%)	139 (32%)	>0,05
Хроническая почечная недостаточность	64 (20,1%)	79 (18,2%)	>0,05
Курение	78 (24,5%)	122 (28,1%)	>0,05
Гиперхолестеринемия	248 (78%)	329 (75,8%)	>0,05
Целевые значения липидов на фоне приема статинов	70 (22%)	105 (24,2%)	>0,05

По прошествии 1 года и 2 лет от момента проведения процедуры реваскуляризации пациенты были вызваны для повторного осмотра. Осмотр включал опрос больного, физикальное обследование, регистрацию ЭКГ в 12 стандартных отведениях, ультразвуковое исследование сердца, нагрузочный тест. Оценивали частоту развития основных коронарных событий (коронарная летальность, возникновение инфаркта миокарда, острого нарушения мозгового кровообращения, проведение повторной эндоваскулярной реваскуляризации или операции АКШ), частоту рецидива симптомов стенокардии.

При наличии клиники ИБС и/или признаков ишемии миокарда по данным функционального обследования выполнялась рентгеноконтрастная коронарная ангиография с проведением ОКТ. По данным ангиографического обследования рассчитывался процент рестеноза стента (наличие стеноза в месте имплантации стента более 50%) от общего количества установленных стентов, процент прогрессирования атеросклероза в нестентированных сегментах (развитие стеноза более 50%) от общего количества нестентированных сегментов коронарного русла. Визуализацию методом ОКТ выполняли с помощью сканирования стентированных сегментов с гемодинамически значимыми изменениями при помощи специального ОКТ-датчика с автоматической протяжкой 20 мм/с. При получении ОКТ-изображения осуществлялось тугое наполнение коронарного русла инъекцией рентгеноконтрастного вещества из проводникового катетера. Полученные изображения регистрировались на цифровом носителе с последующим анализом в соответствии с утвержденным ОКТ-консенсусом (G.J. Tearney, E. Regar, T. Akasaka et al. Consensus standards for acquisition; 2012). По данным ОКТ регистрировались следующие параметры: минимальная площадь стентированного сегмента, наличие признаков рестеноза стента — гладкомышечной пролиферации и интимальной гиперплазии, наличие признаков неоатеросклероза стента — включение липидов, кальция, наличие некротического ядра, истончение или разрыв капсулы бляшки), наличие деформации стента — перелом, неполное расправление.

На основании данных клинического и морфологического обследования были проведены анализ клинических и морфологических факторов риска развития рестеноза и неоатероскле-

роза стента, а также анализ независимых предикторов развития этих осложнений.

Для статистической обработки результатов использовался пакет прикладных программ Statistica 6.0. Описательная статистика непрерывных количественных данных представлена в виде среднего значения (M), стандартного отклонения ( $\pm SD$ ) при нормальном распределении. В качестве нормального принималось распределение, при котором критерий отличия Колмогорова—Смирнова от теоретически нормального распределения был более 0,05. Аналитическая статистика выполнялась с использованием дисперсионного анализа, t-теста Стьюдента для количественных данных с нормальным распределением, критерия Манна—Уитни для количественных данных с распределением, отличным от нормального. Качественные переменные сравнивались с помощью теста  $\chi^2$ . Значение вероятности менее 0,05 (двусторонняя проверка значимости) свидетельствовало о статистической достоверности.

Многофакторный анализ значимости переменных на конечные точки исследования выполнялся методом бинарного логистического пошагового регрессионного анализа.

## Результаты

Среди пациентов, которым были имплантированы непокрытые стенты, поражение коронарного русла с низким уровнем риска (1–22) по шкале SYNTAX Score I выявлено у 124 (39,0%), со средним риском (23–32) — у 139 (43,7%), с высоким риском (более 32) — у 55 (17,3%) пациентов. Среди пациентов, которым были имплантированы стенты с лекарственным покрытием, аналогичные поражения были выявлены у 161 (37,1%), 175 (40,3%) и 98 (22,6%) пациентов соответственно. Общее количество коронарных сегментов рассчитывалось согласно международной классификации BARI, при этом учитывались сегменты только с диаметром более 2,0 мм [9].

Морфологическая характеристика поражения коронарных артерий и непосредственные результаты эндоваскулярных вмешательств в исследуемых группах представлены в таблице 2.

Непосредственным успехом эндоваскулярного лечения в нашем исследовании считался морфологический результат с остаточным SYNTAX Score < 8 и отсутствием острых осложнений в соответствии с данными, согласно которым недостижение полной реваскуляризации

Таблица 2

## Морфология поражения и непосредственные результаты эндоваскулярных вмешательств

Параметр	СБЛП (n=318)	СЛП (n=434)	P
SYNTAX Score I	124 (39,0%)	161 (37,1%)	>0,05
SYNTAX Score II	139 (43,7%)	175 (40,3%)	>0,05
SYNTAX Score III	55 (17,3%)	98 (22,6%)	>0,05
Поражение ствола ЛКА	14 (4,4%)	20 (4,6%)	>0,05
Поражение проксимального сегмента ПНА	61 (19,2%)	79 (18,2%)	>0,05
Поражение ОА	55 (17,3%)	75 (17,3%)	>0,05
Поражение ПКА	68 (21,4%)	84 (19,4%)	>0,05
Малый диаметр сосуда (менее 2,5 мм)	52 (16,4%)	69 (15,9%)	>0,05
Поражение аутовенозных шунтов	17 (5,3%)	23 (5,3%)	>0,05
Общее количество сегментов артерий	1126	1848	—
Количество непораженных сегментов	522	1033	—
Количество пораженных сегментов	604	815	—
Стенозы от 50 до 99%	367	498	—
Хронические окклюзии	75	102	—
Острые окклюзии	162	215	—
Количество имплантированных стентов	733	964	—
Непосредственный успех эндоваскулярного вмешательства: достижение полной реваскуляризации без развития осложнений	289 (90,9%)	401 (92,4%)	>0,05
Остаточный SYNTAX Score > 8	23 (7,2%)	26 (6%)	>0,05
Периоперационный инфаркт миокарда	4 (1,3%)	5 (1,2%)	>0,05
Гемоперикард	2 (0,6%)	2 (0,5%)	>0,05

миокарда (остаточный SYNTAX Score > 8) являлось независимым предиктором развития отдаленных коронарных осложнений.

**Первый год наблюдения.** В течение первого года наблюдения развитие основных коронарных событий (MACE) в группе СБЛП наблюдалось в 87 (27,4%) случаях, в том числе летальный исход по любым причинам зафиксирован у 2 (0,6%) пациентов, у 5 (1,6%) больных развился ОКС с подъемом сегмента ST, ОКС без подъема сегмента ST наблюдался у 10 (3,1%) пациентов, повторная реваскуляризация потребовалась 70 (22%) больным. Рецидив стенокардии зафиксирован в 57 (17,9%) случаях. В группе СЛП наступление основных коронарных событий отмечено у 48 (11,1%) пациентов: летальный исход по любым причинам зарегистрирован у 2 (0,5%), ОКС с подъемом сегмента ST — у 6 (1,4%), ОКС без подъема сегмента ST — у 8 (1,8%), повторная реваскуляризация потребовалась 32 (7,4%) больным. Рецидив стенокардии наблюдался у 20 (4,6%) пациентов. Клинические результаты за первый год наблюдения представлены в таблице 3.

По прошествии одного года пациентам с наличием клинических показаний (наступление основных коронарных событий, рецидив стенокардии, выявление ишемии миокарда по данным функционального обследования) была выполнена рентгеноконтрастная коронарная ангиография с оптической когерентной томографией. В группе СБЛП инвазивное обследование выполнено 134 пациентам, в группе СЛП — 61 пациенту. На основании анализа клинических наблюдений и данных коронарной ангиографии были рассчитаны частота рестеноза стента, частота прогрессирования атеросклероза в нестентированных сегментах коронарных артерий; по данным ОКТ определялись минимальная площадь стентированного сегмента, наличие гладкомышечной пролиферации, признаков неоатеросклероза интимы (включение липидов, кальция, разрыв капсулы бляшки), наличие деформации стента — перелом, неполное расправление. Результаты инвазивного обследования пациентов представлены в таблице 4.

Было проанализировано влияние клинических и морфологических факторов на частоту

Таблица 3

## Клинические результаты за первый год наблюдения

Параметр	СБЛП (n=318)	СЛП (n=434)	P
Основные коронарные события (МАСЕ)	87 (27,4%)	48 (11,1%)	<0,05
летальный исход по любым причинам	2 (0,6%)	2 (0,5%)	>0,05
ОКС с подъемом сегмента ST	5 (1,6%)	6 (1,4%)	>0,05
ОКС без подъема сегмента ST	10 (3,1%)	8 (1,8%)	>0,05
повторное эндоваскулярное лечение	70 (22%)	32 (7,4%)	<0,05
Рецидив стенокардии	57 (17,9%)	20 (4,6%)	<0,05

Таблица 4

## Данные коронарной ангиографии и ОКТ в группах

Параметр	СБЛП	СЛП	P
Общее количество имплантированных стентов	730 (100%)	960 (100%)	–
Стенты с признаками рестеноза	166 (22,7%)	81 (8,4%)	<0,05
Стенты с признаками неоатеросклероза	7 (1%)	8 (0,8%)	>0,05
Минимальная площадь сечения, мм <sup>2</sup>	4,12±1,32	5,13±1,88	<0,05
Деформация (перелом) стента	12 (1,6%)	16 (2%)	>0,05
Неполное расправление стента	28 (3,8%)	47 (4,9%)	>0,05
Количество непораженных сегментов	519	1030	–
Сегменты с прогрессированием атеросклероза в непораженном коронарном русле	35 (4,8%)	51 (5,3%)	>0,05

Таблица 5

## Оценка риска возникновения рестеноза металлических непокрытых стентов

Клинические и морфологические характеристики	ОШ	95% ДИ
Острый коронарный синдром	1,21	0,81 – 1,72
Сахарный диабет	5,49*	2,35 – 11,2
Женский пол	0,51	0,44 – 1,47
Артериальная гипертензия	1,74	0,92 – 2,34
Постинфарктный кардиосклероз	0,85	0,44 – 1,52
Почечная недостаточность	1,52	0,93 – 2,72
Возраст старше 65 лет	1,84	0,76 – 2,37
Возраст от 45 до 65 лет	1,12	0,54 – 2,34
Возраст моложе 45 лет	2,74*	1,52 – 4,94
Проксимальный сегмент ПНА	5,56*	2,84 – 8,41
Проксимальный сегмент ОА	4,34*	2,45 – 7,56
Проксимальный сегмент ПКА	1,92	0,97 – 2,94
SYNTAX Score 23–32	2,52*	1,54 – 4,25
SYNTAX Score > 32	7,61*	3,48 – 10,31
Сосуды диаметром менее 2,5 мм	3,72*	2,31 – 7,26
Аутовенозные шунты	2,84*	1,45 – 5,39

\*P&lt;0,05.

возникновения рестеноза стента без лекарственного покрытия в первый год после вмешательства. По результатам однофакторного анализа клиническими и морфологическими факторами, повышающими риск возникновения рестеноза, являлись: сахарный диабет, поражение проксимальных сегментов ПНА и ОА, малый диаметр сосуда (менее 2,5 мм), средний риск по SYNTAX Score (23–32), высокий риск по SYNTAX Score (более 32), поражение аутовенозных шунтов, возраст моложе 45 лет (табл. 5).

При проведении логистического пошагового регрессионного анализа методом исключения Вальда установлено, что независимыми предикторами возникновения рестеноза в месте имплантации непокрытого стента являются сахарный диабет, поражение проксимального сегмента ПНА, малый диаметр сосуда (табл. 6).

Анализ факторов, влияющих на риск возникновения рестеноза стента с лекарственным покрытием, показал, что единственным фактором, повышающим риск развития этого осложнения, является имплантация стента в аортокоронарные шунты (табл. 7).

**Второй год наблюдения.** В течение второго года наблюдения развитие основных коронарных событий (МАСЕ) в группе СБЛП отмечалось

Таблица 6

**Многофакторный анализ независимых предикторов возникновения рестеноза  
металлических непокрытых стентов**

Переменная	Оценка	Стандартная ошибка	$\chi^2$ Вальда	P	ОШ	95% ДИ
Константа	-0,723	0,164	20,549	0,0001	—	—
Сахарный диабет	0,908	0,149	34,875	0,0001	2,879	2,156–3,528
Малый диаметр сосуда	0,861	0,153	28,402	0,0001	2,561	2,167–3,382
Проксимальный сегмент ПНА	0,855	0,151	26,392	0,0001	2,528	2,145–3,192

Таблица 7

**Оценка риска возникновения рестеноза стентов  
с лекарственным покрытием**

Клинические и морфологические характеристики	ОШ	95% ДИ
Острый коронарный синдром	0,81	0,21 – 2,72
Сахарный диабет	1,29	0,35 – 1,12
Женский пол	1,49	0,22 – 2,11
Артериальная гипертензия	1,56	0,82 – 2,01
Постинфарктный кардиосклероз	0,79	0,34 – 1,71
Почечная недостаточность	1,22	0,81 – 2,21
Возраст старше 65 лет	1,57	0,61 – 1,97
Возраст от 45 до 65 лет	1,08	0,48 – 1,99
Возраст моложе 45 лет	1,62	0,72 – 2,34
Проксимальный сегмент ПНА	1,58	0,72 – 2,15
Проксимальный сегмент ОА	1,81	0,85 – 1,91
Проксимальный сегмент ПКА	1,02	0,36 – 1,82
SYNTAX Score 23–32	1,39	0,85 – 2,13
SYNTAX Score > 32	1,54	0,78 – 2,91
Сосуды диаметром менее 2,5 мм	1,69	0,51 – 2,19
Аутоинозные шунты	2,66*	1,16 – 4,28

\*P&lt;0,05.

в 39 (12,3%) случаях, в том числе летальный исход был зафиксирован у 3 (0,9%) пациентов, у 6 (1,9%) больных развился ОКС с подъемом сегмента ST, у 12 (3,8%) – без подъема сегмента ST, повторное эндоваскулярное лечение потребовалась 38 (12,0%) больным. Рецидив стенокардии зафиксирован у 28 (8,9%) пациентов. В группе СЛП наступление основных коронарных событий отмечено у 50 (11,6%) пациентов: летальный исход зарегистрирован у 4 (0,9%) больных, ОКС с подъемом сегмента ST – у 8 (1,9%), без подъема сегмента ST – у 14 (3,2%), повторная реваскуляризация потребовалась 48 (11,1%) больным. Рецидив стенокардии наблюдался у 33 (7,6%) пациентов. Клинические результаты за второй год наблюдения представлены в таблице 8.

По прошествии второго года наблюдения в группе СБЛП инвазивное обследование было выполнено 62, в группе СЛП – 71 пациенту. Результаты обследования пациентов представлены в таблице 9.

Как показал анализ морфологических результатов исследования, частота патологических изменений различного характера в стентах с лекарственным покрытием и без лекарственного покрытия достоверно не отличалась. В течение второго года наблюдения доля стено-

Таблица 8

**Клинические результаты за второй год наблюдения**

Параметр	СБЛП (n=316)	СЛП (n=432)	P
Основные коронарные события (MACE)	39 (12,3%)	50 (11,6%)	>0,05
Летальный исход	3 (0,9%)	4 (0,9%)	>0,05
ОКС с подъемом сегмента ST	6 (1,9%)	8 (1,9%)	>0,05
ОКС без подъема сегмента ST	12 (3,8%)	14 (3,2%)	>0,05
Повторное эндоваскулярное лечение	38 (12,0%)	48 (11,1%)	>0,05
Рецидив стенокардии	28 (8,9%)	33 (7,6%)	>0,05

Данные коронарной ангиографии и ОКТ в группах

Параметр	СБЛП	СЛП	P
Общее количество имплантированных стентов	721 (100%)	955 (100%)	–
Стенты с признаками рестеноза	10 (1,4%)	8 (0,8%)	>0,05
Стенты с признаками неоатеросклероза	38 (5,3%)	52 (5,4%)	>0,05
Минимальная площадь сечения, мм <sup>2</sup>	4,82±1,41	4,79±1,75	>0,05
Деформация (перелом) стента	36 (5%)	48 (5%)	>0,05
Неполное расправление стента	29 (4%)	47 (4,9%)	>0,05
Количество непораженных сегментов	513	1027	–
Сегменты с прогрессированием атеросклероза в непораженном коронарном русле	34 (4,7%)	48 (5%)	>0,05

тов с классическими признаками рестеноза (гиперплазия гладкомышечных элементов) уменьшилась (в группе СБЛП с 22,7 до 1,4%, в группе СЛП с 8,4 до 0,8%) и также достоверно не различалась между группами. Тем не менее, по данным проведенной ОКТ, в обеих

группах наблюдался больший процент стентов с признаками неоатеросклероза (включение липидов, кальция, наличие некротического ядра, истончение или разрыв капсулы бляшки) по сравнению с первым годом наблюдения (в группе СБЛП этот показатель увеличился с 1 до 5,3%, в группе СЛП – с 0,8 до 5,4%). В связи с этим было проанализировано возможное влияние морфологических и клинических факторов на частоту развития данного феномена. По результатам однофакторного анализа не было выявлено клинических факторов и морфологических параметров коронарного поражения до вмешательства, повышающих риск возникновения поздних изменений стента по типу неоатеросклероза. Достоверно повышали риск развития неоатеросклероза стента особенности его имплантации – деформация стента (или перелом стента), неполное прилегание стента к стенке сосуда (табл. 10).

Таблица 10

#### Оценка риска возникновения позднего неоатеросклероза

Клинические и морфологические характеристики	ОШ	95% ДИ
Острый коронарный синдром	1,08	0,72 – 2,02
Сахарный диабет	1,39	0,61 – 1,9
Женский пол	1,62	0,38 – 1,74
Артериальная гипертония	1,51	0,69 – 2,01
Фракция выброса ЛЖ < 40%	1,15	0,41 – 1,63
Почечная недостаточность	1,64	0,81 – 2,32
Возраст старше 65 лет	1,75	0,65 – 2,37
Возраст от 45 до 65 лет	0,56	0,24 – 1,75
Возраст моложе 45 лет	1,03	0,52 – 1,92
Проксимальный сегмент ПНА	1,79	0,81 – 2,52
Проксимальный сегмент ОА	1,28	0,41 – 1,88
Проксимальный сегмент ПКА	1,11	0,66 – 2,13
SYNTAX Score 23–32	1,82	0,94 – 2,61
SYNTAX Score > 32	1,95	0,92 – 2,93
Сосуды диаметром менее 2,5 мм	1,55	0,42 – 1,84
Аутовенозные шунты	1,61	0,45 – 1,79
Стент с лекарственным покрытием	1,84	0,92 – 2,34
Стент без покрытия	1,74	0,88 – 1,93
Деформация (перелом) стента	2,8*	1,26 – 5,61
Неполное прилегание стента	3,2*	1,95 – 5,82

\*P&lt;0,05.

#### Обсуждение

Использование стентов без лекарственного покрытия предсказуемо увеличивает частоту развития рестеноза стента и возврат клиники стенокардии в первый год после вмешательства по сравнению со стентами с лекарственным покрытием. Как показывают результаты нашего исследования, независимыми предикторами развития рестеноза в непокрытом стенте являются наличие сахарного диабета, локализация поражения в проксимальном сегменте передней нисходящей артерии, диаметр сосуда менее 2,5 мм. Высокая частота развития этого осложнения и наличие большого количества клинических и морфологических факторов риска было подтверждено во многих исследованиях,

в которых изучались отдаленные результаты эндоваскулярного лечения [10, 11].

Высокий риск развития рестеноза после имплантации голометаллических стентов послужил мощным стимулом для развития новых технологий, в первую очередь стентов с лекарственным покрытием. Лекарственные стенты первого поколения (с рапамициновым покрытием) в нескольких исследованиях продемонстрировали радикальное снижение частоты рестеноза, — в первый год данный показатель не превышал 5–8%. Тем не менее после применения данных типов эндопротезов исследователям пришлось столкнуться с проблемой поздних тромбозов стентов, ранее малоизвестной в области эндоваскулярной хирургии. Так, по данным исследований А.Т. Ong et al., R.A. Vugne et al. [12, 13], частота тромбозов лекарственных стентов первого поколения в первый год составила от 1,1 до 1,5%, на второй год — от 0,8 до 1,3%. В ходе патоморфологических исследований, посвященных патогенезу развития поздних тромбозов, была выявлена мощная воспалительная и аллергическая реакция сосудистой стенки в ответ на имплантацию этих эндопротезов [14]. Подобные патологические клеточные реакции (скопления макрофагов, тучных клеток, отложение фибрина в месте имплантации эндопротеза) были обусловлены несколькими факторами: высокой цитостатической активностью рапамицинового покрытия, подавляющей эндотелизацию эндопротеза, а также низкой биосовместимостью полимерного покрытия, служащего резервуаром для лекарственного вещества. Несмотря на впечатляющие успехи в снижении частоты рестеноза, поздние осложнения стентов первого поколения (сопровождающиеся высокой летальностью) побудили к поиску новых технологий, обеспечивающих стойкий клинический эффект без риска возникновения рестеноза и поздних тромботических осложнений.

Стенты с лекарственным покрытием второго и третьего поколения в настоящее время используются в клинической практике в большинстве случаев, поскольку технологии, применяющиеся при их производстве, позволили преодолеть основные недостатки коронарных эндопротезов первого поколения. Умеренная антипролиферативная активность лекарственного препарата и биосовместимость полимера (что позволяет ему растворяться со временем) помогли снизить частоту поздних тромбозов до

минимальных значений — не более 0,1% в год, что сопоставимо с аналогичным показателем после имплантации стентов без лекарственного покрытия.

Тем не менее в результате широкого внедрения стентов нового поколения возникла новая проблема — развитие поздних неоатеросклеротических процессов в стенте. Неоатеросклероз в имплантированном стенте развивается в более поздние сроки, чем рестеноз, и является морфологически иным патологическим процессом. В отличие от рестеноза, где основным механизмом потери просвета сосуда является пролиферация гладкомышечных элементов сосудистой стенки, при неоатеросклерозе мы наблюдаем формирование в интимальной оболочке типичных признаков атеросклеротической бляшки: накопление липидов различной степени плотности вплоть до формирования кальциноза, частую формирование некротического ядра, а также образование капсулы бляшки, которая (как и при атеросклерозе в нативном коронарном русле) может быть подвержена истончению и разрыву [15–17].

Таким образом, возникновение рецидива стенокардии в первый год после имплантации стента и его морфологические изменения, как правило, связаны с развитием гладкомышечной пролиферации, что традиционно называется в литературе рестенозом стента. Факторы, повышающие риск возникновения рестеноза, и разница в частоте развития этого осложнения между голометаллическими и лекарственными стентами являются хорошо изученными вопросами. Возникновение гемодинамически значимых поражений в области имплантации стента в более поздние сроки большинство исследователей связывают с другим процессом — развитием неоатеросклероза стента. Прижизненная дифференциальная диагностика процессов рестеноза и неоатеросклероза с помощью традиционной рентгеноконтрастной коронарной ангиографии затруднена. Кроме того, в современной литературе спорным остается вопрос о более частом развитии неоатеросклероза в стентах с лекарственным покрытием. Также недостаточно изучено влияние морфологических и клинических факторов (традиционно ассоциированных с рестенозом стента) на риск возникновения поздних неоатеросклеротических изменений.

По данным некоторых исследований, развитие неоатеросклероза в стентах с лекарствен-

ным покрытием наблюдается чаще, чем в голометаллических [18]. Подобную тенденцию многие авторы объясняют схожестью механизмов развития поздних тромбозов стентов и позднего неоатеросклероза: возникновение воспалительных и аллергических реакций в месте имплантации эндопротеза. По данным других исследований, различий в частоте развития этого феномена между лекарственными и непокрытыми стентами не было [19].

В отдельных исследованиях демонстрируется также более агрессивный характер неоатеросклероза в стентах с лекарственным покрытием по сравнению с прогрессированием атеросклероза в нативном коронарном русле [20, 21].

Как показывают результаты нашего исследования, прижизненная визуализация с помощью оптической когерентной томографии дает возможность оценить различия в причинах потери просвета стентов в различные сроки после их имплантации, а также получить дополнительную информацию о факторах, достоверно влияющих на развитие этих патологических процессов. Полученные в нашей работе результаты свидетельствуют, что гиперплазия элементов гладкомышечной оболочки являлась основной причиной развития патологических изменений в стентах без лекарственного покрытия (рис. 1).

Подавляющее большинство случаев рецидива стенокардии в первый год после имплантации голометаллических стентов было обусловлено развитием рестеноза – 22,7%, частота прогрессирования атеросклероза в нативных (нестентированных) сегментах коронарного русла составила 4,8%. В стентах с лекарственным покрытием развитие рестеноза наблюда-

лось в 8,4% случаев, что подтверждает эффективность технологии лекарственного стентирования для подавления процессов гладкомышечной пролиферации.

По данным проведенного ангиографического и ОКТ-исследования в течение второго года после эндоваскулярного лечения, частота рецидива клиники стенокардии существенно уменьшилась как в группе голометаллических стентов, так и в группе стентов с лекарственным покрытием. Если в первый год типичной морфологической находкой при внутрисосудистой визуализации являлась гиперплазия гладкомышечной оболочки, то в более поздние сроки патологические изменения в стентах были обусловлены развитием неоатеросклероза (рис. 2).

Этот процесс наблюдался одинаково часто как в стентах без лекарственного покрытия, так и в стентах с лекарственным покрытием второго поколения, которые были использованы в нашем исследовании.

Отдельные недавно опубликованные литературные данные свидетельствуют о более частом развитии неоатеросклероза в стентах с лекарственным покрытием по сравнению с голометаллическими стентами [22–24]. Подобную тенденцию авторы объясняют наличием субстанций, провоцирующих воспалительную и аллергическую реакцию, а также схожестью механизмов поздних тромботических и неоатеросклеротических изменений [25].

Проведенный в нашем исследовании анализ факторов, влияющих на развитие изменений стентов в поздние сроки, показал, что основными предикторами развития неоатеросклероза

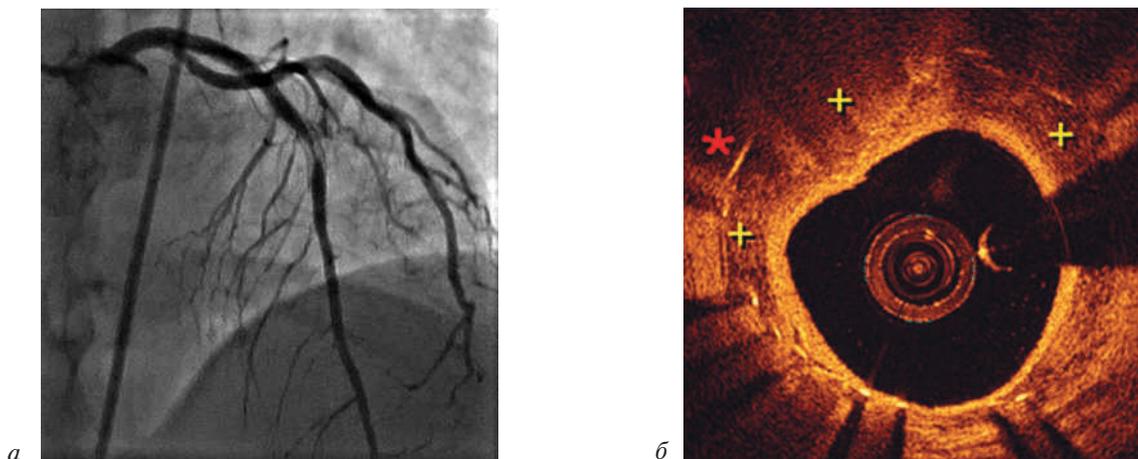


Рис. 1. Коронарная ангиография рестеноза стента через 7 мес после имплантации (а) и ОКТ (б): гиперплазированные гладкомышечные элементы отмечены крестиками желтого цвета, балки стента – красной звездочкой

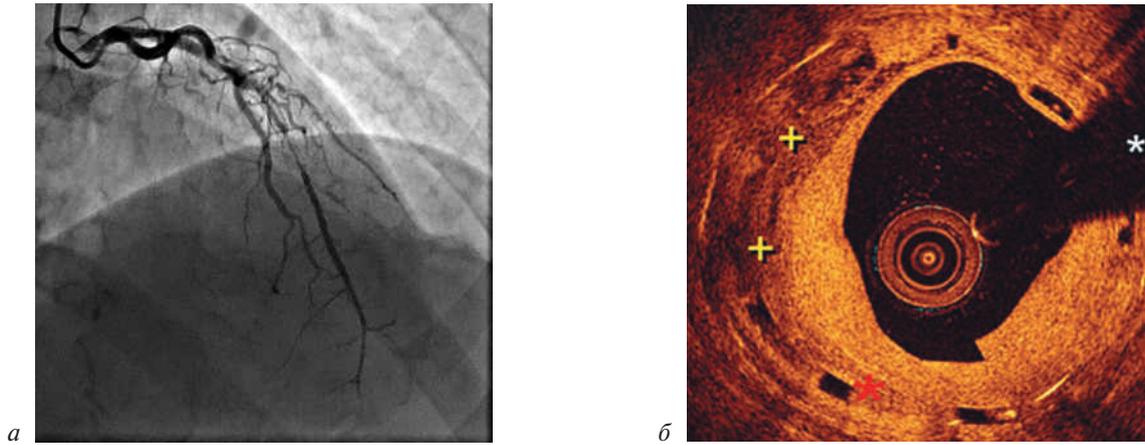


Рис. 2. Коронарная ангиография неоатеросклероза стента через 22 мес после имплантации (а) и ОКТ-исследование (б): утолщенная интимальная оболочка с липидными включениями (отмечена белой звездочкой) занимает большую часть просвета сосуда по сравнению с гиперплазированными гладкомышечными элементами (отмечены крестиками желтого цвета), балки стента указаны красной звездочкой

в стенте являются технические характеристики его имплантации, а именно деформация эндопротеза или его неполное прилегание к стенке сосуда. Подобные факторы, как показывают исследования J.A. Vorovac et al., S.J. Hong et al. [26, 27], могут способствовать пристеночному тромбообразованию, что впоследствии может служить триггером воспалительных и аллергических реакций, аналогичных таковым при формировании типичных неоатеросклеротических процессов.

Частота развития поздних изменений в стентах с лекарственным покрытием и в стентах без лекарственного покрытия достоверно не отличалась, что свидетельствует об одинаковом характере патоморфологии в стентах с различными технологиями изготовления и отсутствии влияния антипролиферативного покрытия на развитие поздних неоатеросклеротических изменений в стенте.

Также в нашем исследовании был проведен сравнительный анализ прогрессирования атеросклероза в стенте в течение второго года после вмешательства (неоатеросклероз) и прогрессирования атеросклероза в нативных коронарных артериях, которые не подвергались эндоваскулярному вмешательству. Полученные данные свидетельствуют о том, что частота прогрессирования неоатеросклероза в стентах различного типа не отличалась от аналогичного показателя в нативном русле. Таким образом, в ходе нашего исследования не был подтвержден более агрессивный характер неоатеросклероза, хотя некоторые литературные данные свидетельствуют об обратном.

## Заключение

По данным оптической когерентной томографии, рецидив стенокардии в первый год после стентирования преимущественно обусловлен развитием рестеноза (гиперплазией гладкомышечных элементов), основными предикторами которого являются использование стентов без лекарственного покрытия и другие известные факторы риска (сахарный диабет, поражение проксимального сегмента передней нисходящей артерии и др.). В течение второго года после стентирования рецидив стенокардии обусловлен как развитием неоатеросклероза стентов (с типичными признаками развития атеросклеротической бляшки), так и прогрессированием атеросклероза в нативном коронарном русле. Частота развития этого феномена достоверно не различается между стентами с лекарственным покрытием, без лекарственного покрытия и нативным коронарным руслом. Факторами, достоверно повышающими риск неоатеросклеротических изменений в стенте, являются его деформация и неполное прилегание к стенке сосуда.

## Литература [References]

1. Muramatsu T., Onuma Y., Zhang Y.J., Bourantas C.V., Kharlamov A., Diletti R. et al. Progress in treatment by percutaneous coronary intervention: the stent of the future. *Rev. Esp. Cardiol.* 2013; 66 (6): 483–96. DOI: 10.1016/j.rec.2012.12.009
2. Nakamura D., Yasumura K., Nakamura H., Matsuhiro Y., Yasuyamoto K., Tanaka F. et al. Different neoatherosclerosis patterns in drug-eluting- and bare-metal stent restenosis – optical coherence tomography study. *Circ. J.* 2019; 83 (2): 313–9. DOI: 10.1253/circj.cj-18-0701
3. Yahagi K., Kolodgie F.D., Otsuka F., Finn A.V., Davis H.R., Joner M. et al. Pathophysiology of native coronary, vein graft, and in-stent atherosclerosis. *Nat. Rev. Cardiol.* 2016; 13: 79–98. DOI: 10.1038/nrcardio.2015.164

4. Mazin I., Paul G., Asher E. Neoatherosclerosis – from basic concept to clinical implication. *Thromb. Res.* 2019; 178: 12–6. DOI: 10.1016/j.thromres.2019.03.016
5. Shlofritz E., Iantorno M., Waksman R. Restenosis of drug-eluting stents. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2019; 12: e007023. DOI: 10.1161/circinterventions.118.007023
6. Cui Y., Liu Y., Zhao F., Shi D., Chen K. Neoatherosclerosis after drug-eluting stent implantation: roles and mechanisms. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2016. DOI: 10.1155/2016/5924234
7. Park S.J., Kang S.J., Virmani R., Nakano M., Ueda Y. In-stent neoatherosclerosis. A final common pathway of late stent failure. *JACC.* 2012; 59 (23): 2051. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.10.909
8. Komiyama H., Takano M., Hata N., Seino Y., Shimizu W., Mizuno K. Neoatherosclerosis: coronary stents seal atherosclerotic lesions but result in making a new problem of atherosclerosis. *World J. Cardiol.* 2015; 7 (11): 776–83. DOI: 10.4330/wjc.v7.i11.776
9. Rogers W.J., Alderman E.L., Chaitman B.R., DiSciascio G., Horan M., Lytle B. et al. Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI): Baseline Clinical and Angiographic Data. *Am. J. Cardiol.* 1995; 75 (9): 9C–17C.
10. Maoto H., Terashima M., Nasu K. Difference of tissue characteristics between early and very late restenosis lesions after bare-metal stent implantation. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2011; 4: 232–8.
11. Gaurav T., Carrie M., Ramin A. Very early in-stent restenosis after a bare metal stent placement. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 65 (10). DOI: 10.1016/S0735-1097(15)60684-2
12. Ong A.T., McFadden E.P., Regar E., De Jaegere P.T., van Domburg R.T., Serruys P.W. Late angiographic stent thrombosis (LAST) events with drug-eluting stents. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45: 2088–92.
13. Byrne R.A., Joner M., Kastrati A. Stent thrombosis and restenosis: what have we learned and where are we going? The Andreas Grüntzig Lecture ESC. 2014.
14. Mauri L., Galper B.Z. Late stent thrombosis can it be prevented? *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7 (10). DOI: 10.1016/j.jcin.2014.06.008
15. Pfisterer M., Buser P. Outcome of elderly patients with chronic symptomatic coronary artery disease. One-year results from TIME trial. *JAMA.* 2003; 289: 1117–23.
16. Lee S.Y., Hur S.H., Lee S.-G., Kim S.W., Shin D.H., Kim J.S. et al. Optical coherence tomographic observation of in-stent neoatherosclerosis in lesions with more than 50% neointimal area stenosis after second-generation drug-eluting stent implantation. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (2): e001878. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001878
17. Sabbah M., Kadota K., El-Eraky A., Kamal H.M., Abdelah A.T., Havary A.E. Comparison of in-stent neoatherosclerosis and tissue characteristics between early and late in-stent restenosis in second-generation drug-eluting stents: an optical coherence tomography study. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 33 (10): 1463–72. DOI: 10.1007/s10554-017-1146-7
18. Song L., Mintz G.S., Dong Y., Yamamoto M.H., Chin C.Y., Matsumura M. et al. Neoatherosclerosis assessed with optical coherence tomography in restenotic bare metal and first- and second-generation drug-eluting stents. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 33 (8): 1115–24. DOI: 10.1007/s10554-017-1106-2
19. Otsuka F., Byrne R.A., Yahagi K., Mori H., Ladich E., Fowler D.R. et al. Neoatherosclerosis: overview of histopathologic findings and implications for intravascular imaging assessment. *Eur. Heart J.* 2015; 36 (32): 2147–59. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv205
20. Zhang B., Karanasos A., Regar E. OCT demonstrating neoatherosclerosis as part of the continuous process of coronary artery disease. *Herz.* 2015; 40: 845–54. DOI: 10.1007/s00059-015-4343-y
21. Трусов И.С., Нифонтов Е.М., Бирюков А.В., Иванченко Р.Д., Добровольский В.В. Влияние характеристик лекарственного покрытия на сосудистое ремоделирование: сравнение стентов последних поколений. *Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова.* 2019; 26 (1): 74–80. DOI: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-74-80 [Trusov I.S., Nifontov E.M., Biryukov A.V., Ivanchenko R.D., Dobrovolskiy V.V. Effect of the drug coating characteristics on vascular remodeling: comparing the latest generations of stents. *The Scientific Notes of the Pavlov University.* 2019; 26 (1): 74–80 (in Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-74-80]
22. Комков А.А., Мазаев В.П., Рязанова С.В. Неоатеросклероз в стенте. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2015; 11 (6): 626–33. [Komkov A.A., Mazaev V.P., Ryazanova S.V. Neoatherosclerosis in the stent. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology.* 2015; 11 (6): 626–33 (in Russ.).]
23. Buccheri D., Piraino D., Andolina G., Cortese B. Understanding and managing in-stent restenosis: a review of clinical data, from pathogenesis to treatment. *J. Thorac. Dis.* 2016; 8 (10): E1150–E1162. DOI: 10.21037/jtd.2016.10.93
24. Xhepa E., Byrne R.A., Rivero F., Rroku A. Qualitative and quantitative neointimal characterization by optical coherence tomography in patients presenting with in-stent restenosis. *Clin. Res. Cardiol.* 2019; 108: 1059–68. DOI: 10.1007/s00392-019-01439-5
25. Liu Z.J., Shi B., Deng C.C., Xu G.X., Zhao R.Z., Shen C.Y. et al. Optical coherence tomographic analysis of in-stent neoatherosclerosis in lesions with restenosis after drug-eluting stent implantation. *Chin. J. Cardiol.* 2018; 46 (1): 44–9. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.01.008
26. Borovac J.A., D'Amario D., Vergallo R., Porto I., Bisignani A., Galli M. et al. Neoatherosclerosis after drug-eluting stent implantation: a novel clinical and therapeutic challenge. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Pharmacother.* 2019; 5 (2): 105–16. DOI: 10.1093/ehjcvp/pvy036
27. Hong S.J., Lee S.Y., Hong M.K. Clinical implication of optical coherence tomography-based neoatherosclerosis. *J. Korean Med. Sci.* 2017; 32 (7): 1056–61. DOI: 10.3346/jkms.2017.32.7.1056

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.127-005.4-06:616.137.83/.93]-089

## Госпитальные результаты чрескожных коронарных вмешательств и хирургических операций на артериях нижних конечностей у пациентов с критической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца

*Б.Г. Алякян, А.В. Покровский, А.Е. Зотиков, Н.Г. Карапетян, А.В. Чупин, А.Б. Варава, А.А. Ушаков, А.Я. Новак, А.М. Норвардян, М.А. Седгарян*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, 117997, Российская Федерация

Алякян Баграт Гегамович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, руководитель Центра рентгенэндоваскулярной хирургии; orcid.org/0000-0001-6509-566X

Покровский Анатолий Владимирович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН; orcid.org/0000-0002-3774-7525

Зотиков Андрей Евгеньевич, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург  
Карапетян Нарек Григорьевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург;

orcid.org/0000-0002-7623-8635

Чупин Андрей Валерьевич, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением сосудистой хирургии

Варава Алексей Борисович, мл. науч. сотр., рентгенэндоваскулярный хирург

Ушаков Александр Александрович, врач-хирург

Новак Александр Ярославович, рентгенэндоваскулярный хирург

Норвардян Айк Мартиросович, аспирант, рентгенэндоваскулярный хирург;

orcid.org/0000-0001-5465-9378

Седгарян Марат Амаякович, аспирант, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0003-1876-7421

**Цель исследования** – оценка госпитальных результатов этапного чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) и реконструктивных или шунтирующих операций на артериях нижних конечностей у пациентов с критической ишемией нижних конечностей (КИНК) в сочетании с ишемической болезнью сердца (ИБС).

**Материал и методы.** За период с 1 января 2017 г. по 1 января 2020 г. в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского проводилось лечение 94 пациентов с КИНК в сочетании с гемодинамически значимым поражением коронарных артерий. Выбор метода лечения и этапность реваскуляризации определялись на заседании консилиума мультидисциплинарной команды, которая включала рентгенэндоваскулярного хирурга, сосудистого хирурга, кардиохирурга, кардиолога, специалиста по лечению ран и раневых инфекций, анестезиолога. Были сформированы три группы пациентов с различными стратегиями лечения: группа 1 – рентгенэндоваскулярное лечение: этапное ЧКВ и ангиопластика артерий нижних конечностей (n=44, 46,8%), группа 2 – этапное ЧКВ и хирургия артерий нижних конечностей (n=43, 45,7%), группа 3 – этапное открытое хирургическое лечение: коронарное шунтирование и реконструктивные и шунтирующие операции на артериях нижних конечностей (n=7, 7,4%). В данной работе представлены госпитальные результаты лечения пациентов, которым выполнялись ЧКВ и реконструктивные или шунтирующие операции на артериях нижних конечностей (группа 2).

Всего 43 пациентам группы 2 было выполнено 103 операции (в среднем 2,4 операции на 1 пациента): 46 (44,7%) – открытых хирургических, 54 (52,4%) – рентгенэндоваскулярных и 3 (2,9%) – ампутации. У 27 (62,8%) из 43 пациентов первым этапом выполнялось ЧКВ, у остальных 16 (37,2%) – реконструктивные или шунтирующие операции на артериях нижних конечностей. Были изучены большие сердечно-сосудистые осложнения и малые осложнения послеоперационного периода.

**Результаты.** За госпитальный период в исследуемой группе был отмечен 1 (2,3%) летальный исход у пациента после открытой операции на сосудах нижних конечностей из-за возникшего кровотечения из зоны анастомоза. Тромбозы артерий нижних конечностей в ближайшем послеоперационном периоде имели место у 2 (4,6%) пациентов. За период наблюдения инфарктов миокарда и инсультов не было. После ЧКВ больших сердечно-сосудистых осложнений не наблюдалось, из малых осложнений послеоперационного периода отмечены 2 (4,6%) пульсирующие гематомы плечевой и лучевой артерий, которые были пролечены консервативно.

**Выводы.** 1. Проведение ЧКВ и реконструктивных или шунтирующих операций на артериях нижних конечностей является эффективной и безопасной стратегией лечения больных с КИНК в сочетании с поражением коронарных артерий и крайне высоким хирургическим риском. 2. У пациентов с КИНК в сочетании с ИБС за госпитальный период не было выявлено ни одного случая острого коронарного синдрома, что доказывает необходимость выполнения всем этим больным селективной коронарографии и реваскуляризации миокарда. 3. Лечение больных с КИНК в сочетании с поражением коронарных артерий должно проводиться в центрах с соответствующим опытом как хирургических, так и рентгенэндоваскулярных вмешательств, а также лечения ран и раневых инфекций. 4. Решение о стратегии лечения больных с КИНК и значимым поражением венечных артерий должно быть принято на консилиуме мультидисциплинарной команды. Использование

данного подхода и применение всех современных хирургических и рентгенэндоваскулярных технологий позволит снизить риск развития ранних послеоперационных осложнений и улучшить отдаленные результаты лечения.

**Ключевые слова:** сочетанное поражение коронарных и артерий нижних конечностей; мультифокальный атеросклероз; шунтирование артерий нижних конечностей; стентирование коронарных артерий; мультидисциплинарная команда.

**Для цитирования:** Алесян Б.Г., Покровский А.В., Зотиков А.Е., Карапетян Н.Г., Чупин А.В., Варава А.Б., Ушаков А.А., Новак А.Я., Норвардян А.М., Седгарян М.А. Госпитальные результаты чрескожных коронарных вмешательств и хирургических операций на артериях нижних конечностей у пациентов с критической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 265–73. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-265-273

**Для корреспонденции:** Карапетян Нарек Григорьевич; E-mail: ngkarapetyan@gmail.com

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

Поступила 23.07.2020  
Принята к печати 31.07.2020

## Hospital results of percutaneous coronary interventions and surgical operations on lower limb arteries in patients with critical lower limb ischemia combined with coronary artery disease

*B.G. Alekryan, A.V. Pokrovskiy, A.E. Zotikov, N.G. Karapetyan, A.V. Chupin, A.B. Varava, A.A. Ushakov, A.Ya. Novak, A.M. Norvardyan, M.A. Sedgaryan*

Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, 117997, Russian Federation

Bagrat G. Alekryan, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS, Head of Endovascular Surgery Center; orcid.org/0000-0001-6509-566X

Anatoliy V. Pokrovskiy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS; orcid.org/0000-0002-3774-7525

Andrey E. Zotikov, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Researcher, Cardiovascular Surgeon

Narek G. Karapetyan, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7623-8635

Andrey V. Chupin, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Vascular Surgery Department

Aleksey B. Varava, Junior Researcher, Endovascular Surgeon

Aleksandr A. Ushakov, Surgeon

Aleksandr Ya. Novak, Endovascular Surgeon

Ayk M. Norvardyan, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5465-9378

Marat A. Sedgaryan, Postgraduate, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1876-7421

**Objective.** The aim of this work is evaluation of hospital results of stage-based percutaneous coronary intervention (PCI) and reconstructive or bypass operations on lower limb arteries in patients with critical lower limb ischemia (CLI) in combination with coronary artery disease (CAD).

**Material and methods.** During the period from January 1, 2017 to January 1, 2020, the Vishnevsky Center of surgery treated 94 patients with CLI in combination with hemodynamically significant damage to the coronary arteries. The choice of treatment method and the stages of revascularization were determined at a meeting of the multidisciplinary team, which included an endovascular surgeon, vascular surgeon, cardiac surgeon, cardiologist, specialist in the treatment of wounds and wound infections, and an anesthesiologist. As a result, 3 groups of patients with different treatment strategies were formed: group 1 – endovascular treatment: staged PCI and angioplasty of lower limb arteries (n=44, 46.8%); group 2 – staged PCI and lower limb artery surgery (n=43, 45.7%); group 3 – staged open surgery: coronary bypass surgery and reconstructive or bypass operations on lower limb arteries (n=7, 7.4%). This paper presents the hospital results of treatment of patients who underwent PCI and reconstructive or bypass surgery on lower limbs arteries (group 2).

Forty three patients in-group 2 underwent 103 operations (an average of 2.4 operations per 1 patient): 46 (44.7%) were open surgical, 54 (52.4%) – endovascular and 3 (2.9%) – amputations. In 27 (62.8%) of 43 patients, the first stage was performed by PCI, and in the remaining 16 (37.2%) – reconstructive or bypass operations on the lower limb arteries. Was explored large cardiovascular complications and minor complications of the postoperative period.

**Results.** During the hospital period in the study group, 1 (2.3%) fatal outcome was observed in the patient after open surgery on the vessels of the lower extremities due to bleeding from the anastomosis zone. Thrombosis of lower artery shunts in the immediate postoperative period occurred in 2 (4.6%) patients. No myocardial infarctions or strokes were observed during the observation period. After PCI, no major cardiovascular complications were observed. Of the minor complications of the postoperative period after PCI, there were 2 (4.6%) pulsating hematomas of the brachial and radial arteries, which were treated conservatively.

**Conclusions.** 1. Performing PCI and reconstructive or bypass surgery on the lower limb arteries is an effective and safe strategy for the treatment of high-risk patients with CLI in combination with CAD. 2. No cases of acute coronary syndrome were detected in patients with CLI in combination with CAD during the hospital period, which proves the need to perform selective coronary angiography and myocardial revascularization in all these patients. 3. Treatment of patients with CLI in

combination with CAD should be performed in centers with appropriate experience in both surgical and endovascular interventions, as well as treatment of wounds and wounded infections. 4. The decision on the treatment strategy for such patients with CLI and significant coronary artery disease should be made at the consultation of the multidisciplinary team. The use of this approach and the use of all modern surgical and endovascular technologies will reduce the risk of early postoperative complications and improve long-term treatment results.

**Keywords:** combined coronary and lower limb artery disease; multifocal atherosclerosis; lower limb artery bypass grafting; coronary artery stenting; multidisciplinary team.

**For citation:** Alekyan B.G., Pokrovskiy A.V., Zotikov A.E., Karapetyan N.G., Chupin A.V., Varava A.B., Ushakov A.A., Novak A.Ya., Norvardyan A.M., Sedgaryan M.A. Hospital results of percutaneous coronary interventions and surgical operations on lower limb arteries in patients with critical lower limb ischemia combined with coronary artery disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 265–73 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-265-273

**For correspondence:** Narek G. Karapetyan; E-mail: ngkarapetyan@gmail.com

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

Received July 23, 2020

Accepted July 31, 2020

## Введение

По данным Федеральной службы государственной статистики России, доля болезней системы кровообращения в структуре основных причин смерти составляет 30% [1]. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов по лечению больных с поражением периферических артерий 2017 г., атеросклероз артерий нижних конечностей в 25–72% случаев сопровождается значимым поражением коронарных артерий [2]. Также в рекомендациях указывается, что риск развития ИБС у пациентов с поражением артерий нижних конечностей в 4 раза выше по сравнению с пациентами без их поражения. Остается неясным, влияет ли ИБС на течение заболевания у пациентов с поражением периферических артерий [2].

Проблема лечения больных с критической ишемией нижних конечностей (КИНК) и сопутствующей ИБС, несмотря на стремительное развитие медицинских технологий, остается нерешенной. Прогрессирование патологий ведет к развитию таких неблагоприятных событий, как инфаркт миокарда и гангрена нижней конечности, которые являются инвалидизирующими заболеваниями и наносят значительный социально-экономический урон, особенно среди активного слоя населения.

Согласно Российским национальным рекомендациям по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей, у 20–30% больных через 5–7 лет после начала манифестации атеросклеротического и диабетического поражения артерий нижних конечностей развивается КИНК [3]. Лишь у половины пациентов с установленным диагнозом КИНК проводится реваскуляризация нижних конечностей, четверть пациентов получает консервативное лече-

ние, остальным выполняется первичная ампутация на уровне бедра или голени. В итоге к концу первого года после постановки диагноза КИНК только у 45% больных остается шанс сохранить нижнюю конечность, примерно у 30% проводится ампутация на уровне бедра или голени, а 25% – умирают. Эффективность консервативной терапии также невелика: лишь в 40% случаев нижняя конечность может быть сохранена в течение первых 6 мес, 20% больных умирают, остальным выполняется большая ампутация [3]. Летальность у больных с КИНК в течение 30 дней после высокой ампутации колеблется от 25 до 39%, в течение 2 лет – от 25 до 56%, через 5 лет – от 50 до 84% [4]. Таким образом, социальная значимость этих заболеваний объясняется большой частотой встречаемости, тяжестью их течения, прогрессирующим нарастанием ишемии, приводящей к ранней инвалидизации лиц работоспособного возраста.

В исследовании A. Nishijima et al. был проведен ретроспективный анализ данных 695 пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от степени ишемии нижней конечности: КИНК (n=129, 18,6%) и хроническая ишемия нижней конечности (ХИНК) (n=566, 81,4%). Оценивалась распространенность ИБС у пациентов с КИНК и ХИНК. В группе с ХИНК распространенность ИБС составила 40%. Пациенты с КИНК (n=129) были распределены на две подгруппы: пациенты, которым выполнялась большая ампутация – выше лодыжек (n=36, 27,9%), и группа с малыми ампутациями – ниже лодыжки (n=93, 72,1%). У 121 (93,8%) из 129 пациентов была проведена коронарография, у 8 (6,2%) больных она не выполнялась. Согласно полученным данным, ИБС

присутствовала у 83 (69%) из 121 пациента, из них 82% составляла группа с большими ампутациями (28 из 34 пациентов) и 63% – с малыми (55 из 87 пациентов). В данном исследовании продемонстрирован значительно более высокий уровень распространенности ИБС в группе больных с большими ампутациями, то есть с более тяжелым атеросклерозом [5].

Интересные данные представлены Б.Г. Алякяном и др., проанализировавшими результаты обследования и лечения всех 398 пациентов, госпитализированных в Центр с поражением артерий нижних конечностей (ХИНК и КИНК) в течение 20 мес, которым была выполнена селективная коронарография до принятия решения о стратегии реваскуляризации артерий нижних конечностей. Авторы пришли к выводу, что у 320 (80,4%) из них было выявлено поражение как минимум одной венечной артерии более 50%, из которых у 179 (55,9%) была выполнена реваскуляризация (ЧКВ или КШ) миокарда [6].

Тактика лечения больных отдельно с поражением коронарных артерий и артерий нижних конечностей при их критической ишемии разработана в мире благодаря накопленному опыту и действующим рекомендациям. В то же время на сегодняшний день нет рекомендаций по ведению пациентов с сочетанным поражением коронарных артерий и КИНК. Такие пациенты формируют группу повышенного хирургического риска с неясной стратегией лечения, так как при реваскуляризации одного артериального бассейна повышается риск развития периоперационных осложнений в другом пораженном бассейне.

Все вышеизложенное подчеркивает важность предоперационной оценки наличия ИБС у пациентов с КИНК. Особую роль в лечении указанной категории больных играет реваскуляризация обоих бассейнов. Таким образом, выбор стратегии лечения (и методов реваскуляризации) является краеугольным камнем для данной категории больных.

Целью нашей работы является анализ госпитальных результатов пациентов, которым консилиумом мультидисциплинарной команды было принято решение выполнить этапные ЧКВ, реконструктивные или шунтирующие операции на артериях нижних конечностей, а также ампутации.

### Материал и методы

С 1 января 2017 г. по 1 января 2020 г. в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого проводилось

лечение 94 пациентов с КИНК в сочетании с гемодинамически значимым поражением коронарных артерий.

Критериями отбора больных являлись: наличие стабильной ишемической болезни сердца, III, IV степень ишемии нижних конечностей по Покровскому–Фонтейну, выполненные операции на коронарных артериях и артериях нижних конечностей, а также ампутации, проведенные в стенах Центра. Выбор метода лечения и этапность реваскуляризации определялись на заседании консилиума мультидисциплинарной команды. Были сформированы три группы пациентов: группа 1 – рентгенэндоваскулярное лечение – этапное ЧКВ и ангиопластика артерий нижних конечностей (n=44, 46,8%), группа 2 – этапное ЧКВ в сочетании с хирургическим лечением артерий нижних конечностей (n=43, 45,7%), группа 3 – этапное открытое хирургическое лечение: КШ и реконструктивные или шунтирующие операции на артериях нижних конечностей (n=7, 7,4%).

Ранее нами были опубликованы госпитальные результаты лечения пациентов группы 1, которым выполнялись этапное ЧКВ и ангиопластика и стентирование артерий нижних конечностей.\* В настоящей работе представлены госпитальные результаты лечения пациентов, которым проводились ЧКВ и реконструктивные или шунтирующие операции на артериях нижних конечностей (группа 2).

В исследуемую группу вошли пациенты, в отношении которых на основании оценки клинических и объективных данных, мультиспиральной компьютерной ангиографии, эхокардиографии, дуплексного сканирования, селективной коронарографии, консультации невролога и специалиста по лечению ран и раневых инфекций было принято решение о целесообразности выполнения этапных реконструктивных и шунтирующих операций на артериях нижних конечностей, ЧКВ и ампутаций. Среди них было 38 (88,3%) мужчин и 5 (11,6%) женщин, возраст пациентов варьировал от 42 до 86 лет (в среднем  $66 \pm 10 - 18$  лет).

Стенокардия напряжения II–III ФК по ССС имела у 21 (48,8%) пациента, инфаркт миокарда в анамнезе – у 14 (32,6%) больных.

\* Алякян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Чупин А.В., Варава А.Б., Кныш Ю.Б. и др. Госпитальные результаты рентгенэндоваскулярного лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца. Эндovasкулярная хирургия. 2020; 7 (2): 130–7.

У 12 (27,9%) больных было диагностировано однососудистое, у 17 (39,5%) – двухсосудистое, у 14 (32,6%) – трехсосудистое поражение коронарных артерий (из них у 2 – в сочетании с поражением ствола левой коронарной артерии). Показатель SYNTAX Score был рассчитан у 14 пациентов и варьировал от 7 до 30 (в среднем  $19,8 \pm 6$ ): у 10 пациентов SYNTAX Score был менее 22, у 4 – от 22 до 33. У 11 (25,6%) пациентов имелись хронические тотальные окклюзии коронарных артерий.

У 25 (58,1%) больных было одностороннее, у 18 (41,9%) – двухстороннее поражение артерий нижних конечностей. У 24 (55,8%) пациентов определялась III ст. ишемии нижних конечностей по Покровскому–Фонтейну, у 19 (44,2%) – IV степень.

Из сопутствующих заболеваний у 12 (27,9%) больных имелось ожирение, у 4 (9,3%) – хроническая обструктивная болезнь легких, у 15 (34,9%) – хроническая болезнь почек IIIа, IIIб

стадии, у 15 (34,9%) – сахарный диабет, у 39 (90,7%) пациентов отмечалась артериальная гипертензия 2–3 ст. (табл. 1).

У 11 (25,6%) больных имелось значимое сопутствующее атеросклеротическое поражение аорты и других периферических артерий: поражение внутренних сонных артерий – у 4, почечной артерии – у 2, подключичной и внутренней сонной артерий – у 1, подключичной артерии – у 1, поражение внутренней сонной артерии и аневризма брюшной аорты – у 1, поражение внутренней сонной и висцеральной артерий – у 1, аневризма брюшного отдела аорты – у 1, в связи с чем были выполнены эндоваскулярные или открытые операции на этих бассейнах.

В общей сложности у 43 пациентов было выполнено 103 операции (в среднем 2,4 операции на 1 пациента), из них 46 – открытых, 54 – рентгенэндоваскулярных и 3 – ампутации нижних конечностей (табл. 2).

Таблица 1

## Клиническая характеристика больных (n=43)

Показатель	Количество	
	n	%
Стенокардия напряжения II–III ФК	21	48,8
Отсутствие стенокардии	22	51,1
Поражение коронарных артерий		
однососудистое	12	27,9
двухсосудистое	17	39,5
трехсосудистое + ствол ЛКА	14	32,6
Поражение нижних конечностей		
одностороннее	25	58,1
двухстороннее	18	41,9
Степень ишемии нижних конечностей по Покровскому–Фонтейну		
III	24	55,8
IV	19	44,2
Артериальная гипертензия	39	90,7
Ожирение (индекс массы тела $\geq 30$ кг/м <sup>2</sup> )	12	27,9
Сахарный диабет	15	34,9
Хроническая обструктивная болезнь легких	4	9,3
Хроническая болезнь почек >III стадии	15	34,9
Постинфарктный кардиосклероз	14	32,6
Нарушения ритма сердца	8	18,6
SYNTAX Score		
менее 22	10	23,3
22–33	4	9,3
Хронические тотальные окклюзии коронарных артерий	11	25,6
Сопутствующие поражения периферических артерий	11	25,6

Таблица 2

**Характеристика оперативных вмешательств  
на артериях нижних конечностей**

Характер оперативного вмешательства	Количество	
	n	%
Пластика общей бедренной артерии	2	4,3
Бедренно-берцовое шунтирование	17	37,0
Аортобифemorальное шунтирование	3	6,5
Бедренно-подколенное шунтирование	5	10,9
Подвздошно-бедренное шунтирование	8	17,4
Аортобедренное шунтирование	6	13,0
Экстраанатомическое шунтирование	5	10,9
Всего	46	100

Из 3 (7,0%) пациентов, перенесших ампутацию нижних конечностей, у двух проведена ампутация пальцев стоп, у одного – гильотинная ампутация на уровне нижней трети голени.

Госпитальные результаты оценивались по частоте встречаемости больших сердечно-сосудистых событий: смерть, острый инфаркт миокарда (ОИМ), острое нарушение мозгового кровообращения, массивные кровотечения, тромбозы шунтов и стентов в ближайшем послеоперационном периоде. Также анализировались малые осложнения раннего послеоперационного периода.

У 27 (62,8%) из 43 пациентов первым этапом выполнялось ЧКВ, у остальных 16 (37,2%) – реконструктивные и шунтирующие операции на артериях нижних конечностей.

### Результаты

При проведении 54 этапных ЧКВ у 43 больных было имплантировано 57 стентов (в среднем 1,3 стента на больного). Использовались

стенты с лекарственным покрытием Promus Element Plus (Boston Scientific, USA), Xience Xpedition (Abbott vascular, USA), Resolute Integrity (Medtronic, USA). У 1 (2,3%) пациента было выполнено ЧКВ ствола ЛКА, у 17 (39,5%) – передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ), у 7 (16,3%) – огибающей ветви (ВТК, ЗМЖВ ОВ, ЗБВ ОВ), у 9 (20,9%) – правой коронарной артерии (ПКА), у 4 (9,3%) – ПМЖВ и ПКА, у 2 (4,7%) – ОВ и ПКА, у 2 (4,7%) – ствола ЛКА, ПМЖВ и ОВ, у 1 (2,3%) – ПМЖВ, ОВ и ПКА.

У 4 из 11 пациентов с хроническими тотальными окклюзиями коронарных артерий осуществлена успешная реканализация коронарных артерий, у 3 – безуспешная. В 4 случаях попытка реканализации не предпринималась в связи с доказанным отсутствием жизнеспособного миокарда в зоне окклюзированной артерии.

Следует отметить, что реваскуляризация коронарных артерий и артерий нижних конечностей у всех 43 пациентов выполнялась поэтапно, в разные госпитализации.

В результате проведенного лечения большие сердечно-сосудистые осложнения в ближайшем послеоперационном периоде встречались при проведении 5 (4,9%) из 103 операций (табл. 3). Летальный исход произошел при проведении 1 (1,0%) из 103 операций.

Одному пациенту в возрасте 71 года, обратившемуся в Центр в связи с болями покоя в нижних конечностях, первым этапом были выполнены ЧКВ критического стеноза ПМЖВ, а через месяц – резекция инфраренальной аорты с аортобифедренным протезированием. В послеоперационном периоде у больного возникло гипокоагуляционное кровотечение из мягких тканей, которое привело к большой кровопотере (пациент получал двойную антиаг-

Таблица 3

**Большие сердечно-сосудистые осложнения после операций на артериях нижних конечностей**

Осложнение	n	% от числа пациентов (n=43)	% от количества выполненных операций (n=103)
Смерть	1	2,3	1,0
ОИМ	0	–	–
ОНМК	0	–	–
Тромбоз шунта в ближайшем послеоперационном периоде	2	4,7	1,9
Массивное кровотечение	3	7,0	2,9
Всего	6	14,0	5,8

## Обсуждение

регантную терапию в связи с перенесенным ЧКВ ПМЖВ). Консервативные методы остановки кровотечения оказались неэффективными, попытка остановить кровотечение на 2-е сутки при релапаротомии также не увенчалась успехом. Смерть наступила от острой сердечно-сосудистой недостаточности.

У 3 (7,0%) пациентов имело место кровотечение в раннем послеоперационном периоде из зоны анастомоза, потребовавшее выполнения ревизии послеоперационных ран и зоны анастомоза, а также гемостаза. У 2 (4,7%) больных произошел тромбоз шунта в раннем послеоперационном периоде, в связи с чем проведено повторное оперативное вмешательство – тромбэктомия из анастомоза.

После выполнения ЧКВ на госпитальном этапе больших сердечно-сосудистых осложнений не наблюдалось.

Малые осложнения раннего послеоперационного периода имели место у 5 (11,6% – от 43/4,9% – от 103) пациентов. У 2 (4,7%/1,9%) после ЧКВ отмечалась пульсирующая гематома плечевой и лучевой артерий, которые были пролечены консервативно. После операций на артериях нижних конечностей у 1 (2,3%/1,0%) пациентки послеоперационный период осложнился развитием дыхательной и сердечной недостаточности, гиповолемией, анемией, угнетением сознания, фракция выброса левого желудочка снизилась до 49%. Ей была выполнена интубация трахеи, что потребовало наблюдения в ОРИТ в течение 6 сут. У 1 (2,3%/1,0%) пациента на 10-е сутки появились внезапная одышка, слабость. Была заподозрена тромбоэмболия легочной артерии. Выполнено УЗИ вен нижних конечностей, выявлен флотирующий тромб в бедренной вене, в связи с чем проведена имплантация кава-фильтра. И еще у 1 (2,3%/1,0%) пациента после операции аортобедренного шунтирования возникла интраоперационная эмболия ветвей глубокой артерии бедра, потребовавшая повторной операции. В послеоперационном периоде развилась анурия с нарастанием миоглобина до 20 000 нг/мл, креатинина – до 291 мг/дл. Была выполнена гемодиализация, осуществлялось наблюдение в ОРИТ в течение 6 сут. Все больные с малыми осложнениями были выписаны из Центра в удовлетворительном состоянии. За период наблюдения при выполнении 103 оперативных вмешательств острых инфарктов миокарда не было зарегистрировано ни у одного пациента.

В настоящее время как Европейские, так и Американские рекомендации по реваскуляризации миокарда стали результатом командной работы кардиологов, рентгенэндоваскулярных и сердечно-сосудистых хирургов. Как следствие, концепция «сердечно-сосудистая команда» получила 1С класс рекомендаций по реваскуляризации миокарда [7, 8].

Однако, несмотря на рекомендации, данная концепция как в нашей стране, так и за рубежом не получила широкого распространения в рутинной клинической практике для лечения пациентов с КИНК в сочетании с ИБС. До сих пор нет единых стандартов и протоколов, по которым следует проводить заседания сердечно-сосудистой команды у данной группы пациентов. Некоторые считают, что эта концепция приводит к задержке в принятии решений и лечении пациента, тем самым усугубляя проявления КИНК. Также остается неясным, действительно ли улучшаются клинические результаты благодаря междисциплинарному подходу.

Ишемическая болезнь сердца у пациентов с КИНК, которым требуется неотложная реваскуляризация конечности, может протекать тяжелее по сравнению с пациентами с ХИНК и ИБС из-за с более тяжелого распространения атеросклероза. У пациентов с КИНК в связи с перемежающейся хромотой и ограничением физической активности невозможно проведение стресс-тестов. Кроме того, у пациентов с диабетом стенокардия может иногда недооцениваться, учитывая развитие вегетативной neuropatii [9].

Согласно исследованию S. Michael et al., при естественном течении КИНК смертность среди пациентов составляет 25% в течение 1 года и более 60% – в течение 5 лет и в основном обусловлена инфарктом миокарда и инсультом. Учитывая, что сердечно-сосудистые события являются наиболее частой причиной смерти у пациентов с КИНК, остается вопрос, следует ли выполнять превентивную реваскуляризацию миокарда, чтобы снизить риск сердечно-сосудистых осложнений в будущем [10].

В исследовании Y. Soga et al. [11] оценивалась 2-летняя выживаемость 995 пациентов с КИНК, которым выполнялись эндоваскулярные вмешательства на артериях нижних конечностей. Причины смерти у 412 (41,4%) пациентов были кардиоваскулярные (кардиальные –

у 121 (29%) и сосудистые – у 41 (10%), внезапная смерть – у 32 (8%), некардиоваскулярные – у 191 (46%), неизвестные – у 27 (7%). Сердечно-сосудистая смерть, включая внезапную смерть, составила 47% (194 из 412) от всех случаев смерти. Наиболее частой причиной кардиальной смерти была сердечная недостаточность (37,1%), реже – острый инфаркт миокарда (22,3%) и фибрилляция желудочков (9,9%), что позволяет предположить, что лечение сердечной недостаточности и профилактика ишемических сердечных событий имеют важное значение у пациентов с КИНК. К некардиоваскулярным причинам смерти относились сепсис, пневмония и злокачественные опухоли. В общей сложности 142 (34,0%) пациента умерли от инфекционных заболеваний, на долю которых пришлось большинство случаев смерти, не связанных с сердечно-сосудистыми заболеваниями [11].

В исследовании M.S. Lee et al. отмечается, что распространенность сахарного диабета (70,4%), хронической почечной недостаточности (27,8%) и курения (от 70 до 90%) у пациентов с КИНК выше, чем в группе с ХИНК, это увеличивает риск сердечно-сосудистых событий, включая инфаркт миокарда, инсульт и смерть [12]. Ежегодно риск смертности у пациентов составляет 25%, у 30% больных выполняется ампутация, и только 45% остаются с обеими нижними конечностями. Через 5 лет риск смертности у таких пациентов превышает 60% в основном из-за инфаркта миокарда или инсульта. Таким образом, стратегия рутинной коронарной ангиографии и последующей коронарной реваскуляризации, основанная на клинических данных, по мнению авторов, представляется целесообразной для пациентов с КИНК, которые имеют высокий риск сердечно-сосудистых событий [12].

В нашем исследовании летальный исход имел место у 1 (2,3%) пациента после операции резекции инфраренального отдела аорты с аортотобидренными протезированием. Несмотря на то что пациент принимал двойную антиагрегантную терапию, назначенную в связи со стентированием венечной артерии (первый этап), из-за выраженных болей в нижних конечностях вторым этапом была проведена операция на аорте и артериях нижних конечностей. Летальный исход наступил вследствие сердечно-сосудистой недостаточности, связанной с кровотечением. Ретроспективная оценка клинических

данных пациента (а именно критической ишемии нижних конечностей) показала, что следовало бы рассмотреть вариант проведения малотравматичного поэтапного экстраанатомического шунтирования артерий нижних конечностей.

В 2005 г. A. Raghunathan et al. провели субанализ рандомизированного исследования CARP, в котором участвовали 510 пациентов с заболеваниями аорты и периферических артерий, из них 143 – с КИНК. 30-дневная летальность в группе с КИНК составила 3,5% (5 пациентов из 143). Авторы подчеркивают, что среди пациентов с КИНК, которым выполнялась реваскуляризация миокарда (61 пациент: КШ – 28, ЧКВ – 33), в госпитальном периоде было 3 (4,9%) летальных исхода, а среди пациентов, которым реваскуляризация миокарда не проводилась (82 пациента), – 2 (2,4%) [13]. Частота ИМ в госпитальном периоде у всех пациентов с КИНК составила 8,4%, а в отдаленном периоде – 16,1%. Авторы также показали, что у пациентов с КИНК, перенесших реваскуляризацию миокарда, острый инфаркт миокарда на госпитальном этапе развился в 3 (4,9%) случаях, а у пациентов, которым реваскуляризация миокарда не выполнялась, – в 9 (11,0%). Инфаркт миокарда у пациентов с КИНК в данном исследовании являлся основной причиной смерти. Кроме того, авторы указывают, что тяжёлая форма ИБС – это основной фактор, определяющий периоперационные и отдаленные результаты [13]. Полученные нами данные продемонстрировали, что выполнение коронарографии и последующей реваскуляризации миокарда (ЧКВ) у этой тяжелой группы больных позволило предотвратить возможное развитие острого инфаркта миокарда.

## Выводы

1. Проведение ЧКВ и реконструктивных или шунтирующих операций на артериях нижних конечностей является эффективной и безопасной стратегией лечения больных с КИНК в сочетании с поражением коронарных артерий и крайне высоким хирургическим риском.
2. У пациентов с КИНК в сочетании с ИБС за госпитальный период не было выявлено ни одного случая острого коронарного синдрома, что доказывает необходимость выполнения этим больным селективной коронарографии и реваскуляризации миокарда.
3. Лечение больных с КИНК в сочетании с поражением коронарных артерий должно осу-

ществляться в центрах с соответствующим опытом как хирургических, так и рентгенэндоваскулярных вмешательств, а также лечения ран и раневых инфекций.

4. Решение о стратегии лечения таких больных с КИНК и значимым поражением венечных артерий должно быть принято на консилиуме мультидисциплинарной команды. Использование данного подхода и применение всех современных хирургических и рентгенэндоваскулярных технологий позволит снизить риск развития ранних послеоперационных осложнений и улучшить отдаленные результаты лечения.

### Литература [References]

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2016. [Federal State Statistics Service (Rosstat), 2016 (in Russ.).]
2. Aboyans V., Ricco J.-B., Bartelink M.-L.E.L., Björck M., Brodmann M., Cohnert T. et al. 2017 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. Heart J.* 2018; 39 (9): 763–816.
3. Бокерия Л.А., Покровский А.В., Акчурин Р.С., Алекян Б.Г., Апханова Т.В., Аракелян В.С и др. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей. М.; 2019. [http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf) [Bockeria L.A., Pokrovsky A.V., Akchurin R.S., Alekyan B.G., Apkhanova T.V., Arakelyan V.S. et al. National guidelines for the management of patients with lower limb arteries diseases. Moscow; 2019 (in Russ.). [http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf)]
4. Ткаченко А.Н., Бахтин М.Ю., Жарков А.В., Антонов Д.В., Хачатрян Е.С., Сидоренко В.А. Прогноз летальных исходов при проведении ампутаций нижней конечности у больных пожилого и старческого возраста. *Фундаментальные исследования.* 2011; 9-2: 304–8. [Tkachenko A.N., Bakhtin M.Yu., Zharkov A.V., Antonov D.V., Khachatryan E.S., Sidorenko V.A. Forecast of death in the conduct of amputation of the lower extremities in patients elderly and senile age. *Fundamental Research.* 2011; 9-2: 304–8 (in Russ.).]
5. Nishijima A., Yamamoto N., Yoshida R., Hozawa K., Yanagibayashi S., Takikawa M. et al. Coronary artery disease in patients with critical limb ischemia undergoing major amputation or not. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2017; 5 (6): e1377. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001377
6. Алекян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Ревিশвили А.Ш. Мультидисциплинарный подход в определении частоты выявления ишемической болезни сердца и стратегии лечения у пациентов с патологией аорты и периферических артерий. *Российский кардиологический журнал.* 2019; 24 (8): 8–16. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-8-8-16 [Alekyan B.G., Pokrovsky A.V., Karapetyan N.G., Revishvili A.Sh. A multidisciplinary approach in determining of prevalence of coronary artery disease and treatment strategies in patients with pathology of the aorta and peripheral arteries. *Russian Journal of Cardiology.* 2019; 24 (8): 8–16 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-8-8-16]
7. Domingues C.T., Milojevic M., Thuijs D.J.F.M., van Mieghem N.M., Daemen J., van Domburg R.T. et al. Heart Team decision making and long-term outcomes for 1000 consecutive cases of coronary artery disease. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2019; 28 (2): 206–13. DOI: 10.1093/icvts/ivy237
8. 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
9. McFalls E.O., Ward H.B., Moritz T.E., Goldman S., Krupski W.C., Littooy F. et al. Coronary-artery revascularization before elective major vascular surgery. *N. Engl. J. Med.* 2004; 351 (27): 2795–804. DOI: 10.1056/NEJMoa041905
10. Lee M.S., Rha S.W., Han S.K., Choi B.G., Choi S.Y., Park Y. et al. Clinical outcomes of patients with critical limb ischemia who undergo routine coronary angiography and subsequent percutaneous coronary intervention. *J. Invasive. Cardiol.* 2015; 27 (4): 213–7. PMID: 25840405
11. Soga Y., Iida O., Takahara M., Hirano K., Suzuki K., Kawasaki D. et al. Two-year life expectancy in patients with critical limb ischemia. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2014; 7 (12): 1444–9. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.06.018
12. Lee M.S., Akhondi A.B. Should patients with critical limb ischemia undergo routine coronary angiography to detect coronary artery disease? *Vasc. Dis. Manag.* 2015; 12 (12).
13. Raghunathan A., Rapp J.H., Littooy F., Santilli S., Krupski W.C., Ward H.B. et al. Postoperative outcomes for patients undergoing elective revascularization for critical limb ischemia and intermittent claudication: a subanalysis of the Coronary Artery Revascularization Prophylaxis (CARP) trial. *J. Vasc. Surg.* 2006; 43 (6): 1175–82. DOI: 10.1016/j.jvs.2005.12.069

*Клинические наблюдения*

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.728.3-007.24-089

**Эндоваскулярная эмболизация ветвей подколенной артерии как метод лечения болевого синдрома у пациентов с гонартрозом***В.В. Рудаков<sup>1</sup>, С.Ф. Келехсаева<sup>2</sup>, О.Г. Каракулов<sup>3</sup>, Г.В. Куропаткин<sup>2</sup>, С.И. Арабаджян<sup>2</sup>*<sup>1</sup> Клинический госпиталь «Лапино» группы компаний «Мать и дитя», 1-е Успенское ш., 111, Одинцовский р-н, Московская обл., 143081, Российская Федерация<sup>2</sup> Клинический госпиталь «ИДК» группы компаний «Мать и дитя», Волжское ш., 70, Самара, 443072, Российская Федерация<sup>3</sup> ГАУЗ Пермского края «Городская клиническая больница № 4», ул. КИМ, 2, Пермь, 614107, Российская Федерация

Рудаков Владислав Владимирович, рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0002-7559-4814

Келехсаева Светлана Феликсовна, заведующая отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3620-5334

Каракулов Олег Геннадьевич, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3526-7955

Куропаткин Геннадий Вячеславович, канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением, врач-травматолог-ортопед

Арабаджян Сергей Игоревич, главный врач

Гонартроз – широко распространенное среди взрослого населения дегенеративно-дистрофическое хроническое заболевание, ведущим симптомом которого является боль. В настоящее время не существует абсолютно эффективного метода лечения болевого синдрома у пациентов с остеоартрозом коленного сустава легкой и средней степени тяжести, когда традиционные консервативные методы лечения уже неэффективны, а выполнять эндопротезирование рано или же имеются противопоказания. В статье представлен клинический случай эндоваскулярной эмболизации ветвей подколенной артерии, с хорошим результатом в непосредственном и отдаленном периодах наблюдения. Данная методика может быть рассмотрена как альтернативный метод купирования болевого симптома у пациентов с 1–3 ст. гонартроза по классификации Kellgren–Lawrence.

**Ключевые слова:** гонартроз; эмболизация; эндоваскулярное лечение; коленный сустав.**Для цитирования:** Рудаков В.В., Келехсаева С.Ф., Каракулов О.Г., Куропаткин Г.В., Арабаджян С.И. Эндоваскулярная эмболизация ветвей подколенной артерии как метод лечения болевого синдрома у пациентов с гонартрозом. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 274–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-274-279**Для корреспонденции:** Рудаков Владислав Владимирович; E-mail: doctorrudakov@mail.ru**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.Поступила 30.07.2020  
Принята к печати 07.08.2020**Endovascular genicular artery embolization as a treatment for pain syndrome in patients with knee osteoarthritis***V.V. Rudakov<sup>1</sup>, S.F. Kelekhsaeva<sup>2</sup>, O.G. Karakulov<sup>3</sup>, G.V. Kuropatkin<sup>2</sup>, S.I. Arabadzhyan<sup>2</sup>*<sup>1</sup> Clinical Hospital “Lapino” Group of Companies “Mother and Child”, Moscow region, 143081, Russian Federation<sup>2</sup> Clinical Hospital “IDK” Group of Companies “Mother and Child”, Samara, 443072, Russian Federation<sup>3</sup> Clinical City Hospital No. 4, Perm, 614107, Russian Federation

Vladislav V. Rudakov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7559-4814

Svetlana F. Kelekhsaeva, Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3620-5334

Oleg G. Karakulov, Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3526-7955

Gennadiy V. Kuropatkin, Cand. Med. Sc., Head of Traumatology and Orthopedics Department

Sergey I. Arabadzhyan, Chief Physician

Knee osteoarthritis is the most widespread degenerative chronic disease in adult individuals a leading cause of pain. Currently, there is no absolutely effective management for pain syndrome in patients with mild to moderate knee osteoarthritis, when traditional conservative methods of treatment are already ineffective, but arthroplasty are performed early or patient has contraindications. This article includes clinical case of endovascular genicular artery embolization with good results in immediate and short-term follow-up. This technique can be considered as a alternative method of knee pain management in patients with knee osteoarthritis 1–3 Kellgren–Lawrence grade.

**Keywords:** knee osteoarthritis; embolization; endovascular treatment; knee-joint.

**For citation:** Rudakov V.V., Kelekhsaeva S.F., Karakulov O.G., Kuropatkin G.V., Arabadzhyan S.I. Endovascular genicular artery embolization as a treatment for pain syndrome in patients with knee osteoarthritis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 274–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-274-279

**For correspondence:** Vladislav V. Rudakov; E-mail: doctorrudakov@mail.ru

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

Received July 30, 2020  
Accepted August 7, 2020

## Введение

Гонартроз (деформирующий артроз коленного сустава) — дегенеративно-дистрофическое хроническое заболевание, в основе которого лежит поражение всех компонентов коленного сустава: хряща, субхондральной кости, менисков, синовиальной оболочки, связок, капсулы, а также периартикулярных тканей [1, 2]. От этой патологии, по данным разных авторов, страдают от 8 до 20% взрослого населения.

Основными клиническими проявлениями деформирующего артроза коленного сустава являются боль, усиливающаяся при движениях и нагрузке на сустав, хромота, ограничение движений, крепитация, деформация сустава и увеличение его в размерах. Выраженный болевой синдром, вызванный гонартрозом, отмечает 12% населения старше 60 лет [3]. Боль значительно ухудшает качество жизни, и её купирование является основной мотивацией для лечения этой патологии.

В зависимости от тяжести заболевания применяются различные методы лечения: консервативные (лечебная физкультура, ортезирование, физиотерапия, нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), внутрисуставное введение кортикостероидов и гиалуроновой кислоты, PRP-терапия, радиочастотная абляция нервных окончаний, криоаналгезия) и оперативные (артроскопия, корригирующие околоуставные остеотомии бедренной и/или большеберцовой костей, частичное или тотальное эндопротезирование коленного сустава, резекционная артропластика, артродезирование коленного сустава) [4]. Однако ни один из методов не является абсолютно эффективным. Поэтому лечение чаще всего включает комбинацию фармакологических и нефармакологичес-

ких методов. В случае резистентности к консервативной терапии пациенты подвергаются артропластике коленного сустава.

Тяжелая стадия (IV ст. по Kellgren–Lawrence) гонартроза эффективно лечится оперативными методами. Наибольшего внимания заслуживает остеоартроз легкой и средней степени тяжести, когда традиционные методы лечения уже неэффективны, а выполнять эндопротезирование рано или же имеются противопоказания. Многие годы у такой когорты пациентов проводились артроскопический лаваж и резекционная артропластика, не доказавшие свою эффективность в двойном слепом плацебоконтролируемом исследовании [5]. Для подобных клинических ситуаций разработан альтернативный метод купирования болевого симптома — эмболизация ветвей подколенной артерии микросферами, что позволяет отложить эндопротезирование на несколько лет и эффективно купировать болевой синдром.

Долгое время остеоартроз рассматривался как «болезнь износа». В настоящее время все больше внимания уделяется воспалительному компоненту. Дегенеративные процессы в коленном суставе при гонартрозе приводят к увеличению продукции местных провоспалительных цитокинов (фактор некроза опухолей (TNF)  $\alpha$ , интерлейкин (IL) 1 $\beta$ , IL-6, IL-8, NO, нейропептиды, адипокины, биоактивные липиды). В условиях хронического воспаления происходит неогенез (разрастание патологической сосудистой сети), стимулирующий рост количества болевых рецепторов [6–9]. На ангиографии ветвей подколенной артерии патологическая сосудистая сеть визуализируется как гиперваскулярная область в проекции дегенеративных изменений коленного сустава, имею-

щая хаотичный, извилистый сосудистый рисунок (рис. 1). Может располагаться в бассейне нисходящей коленной артерии, верхней или нижней медиальной коленной артерии, верхней или нижней латеральной коленной артерии, средней коленной артерии. Метод селективной эмболизации ветвей подколенной артерии позволяет исключить патологическую сосудистую сеть из кровотока, что приводит к уменьшению воспалительного компонента и купированию болевого синдрома.

По данным клинического исследования, опубликованного Y. Okuno et al., транскатетерная артериальная эмболизация ветвей подколенной артерии у пациентов с гонартрозом легкой и умеренной степени, резистентных к консервативной терапии, привела к быстрому и стойкому уменьшению болевого синдрома и восстановлению функции коленного сустава. Отмечается достоверное снижение индекса боли по шкале WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) с  $12,2 \pm 1,9$  исходно до  $3,3 \pm 2,1$  спустя 1 мес после процедуры, с дальнейшим стойким улучшением через 4 мес ( $1,7 \pm 2,2$ ) [10].

В более крупном проспективном исследовании 72 пациентов (95 коленных суставов) с гонартрозом I–III ст. по классификации Kellgren–Lawrence, выраженным болевым син-

дромом, резистентным к консервативной терапии, доказана эффективность и безопасность метода. Отмечается значительное снижение индекса WOMAC через 1, 4, 6, 12 и 24 мес после лечения (12,1 исходно против 6,2, 4,4, 3,7, 3,0, и 2,6 соответственно;  $P < 0,001$ ). Совокупный клинический успех через 6 мес и 3 года после эмболизации – 86,3% (95% доверительный интервал (ДИ) 78–92%) и 79,8% (95% ДИ 69–87%) соответственно. По данным МРТ, выполненной через 2 года после эмболизации, отмечается значительное снижение признаков синовита по сравнению с исходным уровнем ( $P = 0,0016$ ) и отсутствие остеонекроза или других доказательств, указывающих на прогрессивное развитие дегенеративных изменений [11].

При сопоставлении клинических результатов лечения у пациентов с легкой и умеренной стадией гонартроза (I–III ст. по классификации Kellgren–Lawrence) и тяжелой (IV ст. по классификации Kellgren–Lawrence) отмечается большая эффективность эмболизации у пациентов с легкой и умеренной стадией. У пациентов с тяжелой формой остеоартроза коленного сустава боль уменьшилась в течение 1 мес, но постепенно вернулась к первоначальной интенсивности через 3 мес [12]. Меньшая эффективность метода у пациентов с тяжелой стадией гонартроза может быть связана с поте-

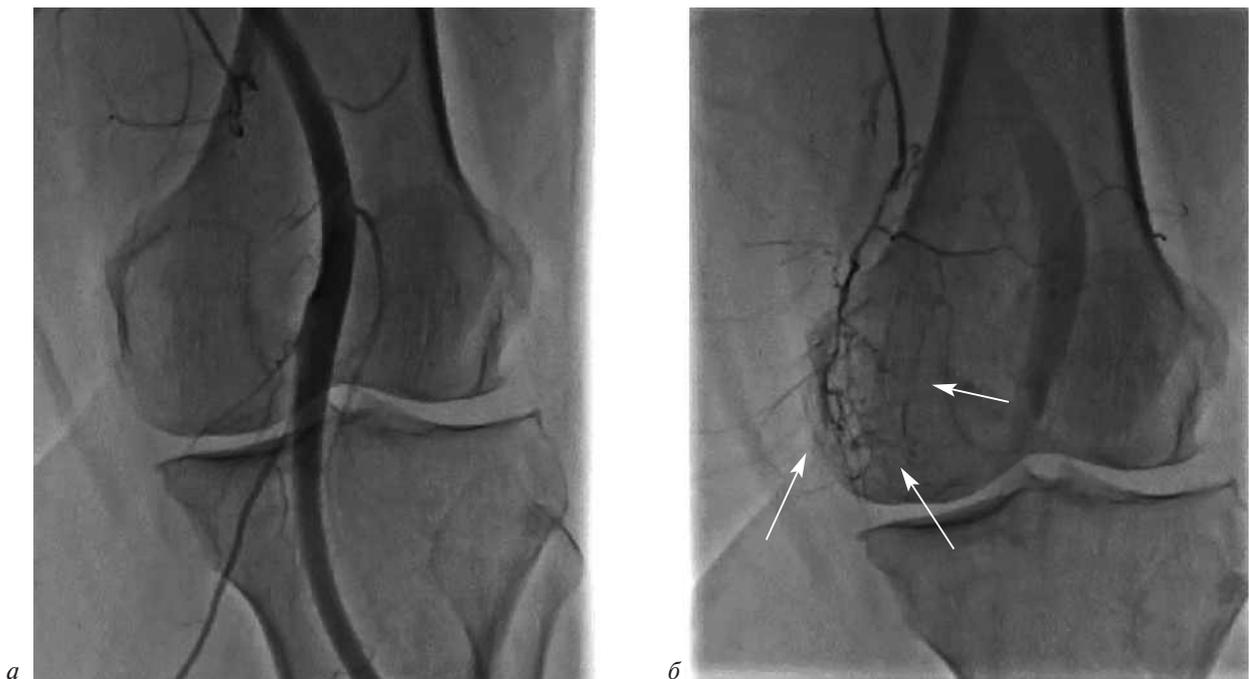


Рис. 1. Ангиография ветвей подколенной артерии:

*а* – отсутствие патологической сосудистой сети в здоровом суставе; *б* – гиперваскулярная область в проекции медиального мыщелка бедренной кости в бассейне медиальной верхней коленной артерии у пациента с гонартрозом (указана стрелками)

рей суставного хряща, которая вызывает прямой костный контакт в пораженном суставе [13, 14]. По ангиографическим данным, контрастирование патологической сосудистой сети в околосуставной ткани было выраженным, тогда как патологическая сеть в субхондральной кости была выражена слабо. В связи с этим предполагается, что эмболизация имеет ограниченную эффективность в уменьшении болевого синдрома у пациентов с тяжелым гонартрозом.

Потенциальными осложнениями эндоваскулярной методики могут быть кратковременное изменение цвета кожи и парестезии в области коленного сустава, нецелевая эмболизация, кровотечение и развитие гематомы в месте доступа [12].

### Описание случая

Пациентка Н., 71 год, госпитализирована в Клинический госпиталь ИДК ГК «Мать и дитя» с жалобами на постоянные боли в коленных суставах, преимущественно в левом, усиливающиеся при ходьбе, требующие остановки каждые 50 м, а также на ограничение движений в коленных суставах, снижение физической активности.

Из анамнеза известно, что вышеописанные жалобы беспокоят в течение последних 5 лет. Наблюдалась у ортопеда-травматолога, неоднократно проходила курсы физиотерапевтического лечения, принимала НПВП, двукратно проводилось внутрисуставное введение препаратов гиалуроновой кислоты, с кратковременным положительным эффектом.

В течение последних 3 мес отмечает резкое усиление болей, скованность в суставах, снижение физической активности. По данным рентгенологического исследования коленных суставов в двух проекциях был выставлен диагноз: двусторонний гонартроз III ст. с преимущественным поражением левого коленного сустава, варусная деформация коленных суставов. Пациентке было рекомендовано тотальное эндопротезирование левого коленного сустава, от выполнения которого она отказалась. В качестве симптоматического лечения болевого симптома была предложена эндоваскулярная транскатетерная эмболизация ветвей подколенной артерии микроэмболами.

Под местной анестезией выполнена пункция и катетеризация левой бедренной артерии антеградным доступом. Диагностическим катетером

диаметром 5 F выполнена ангиография левой подколенной артерии, на которой определен сосуд (медиальная верхняя коленная артерия), участвующий в образовании патологической сосудистой сети в области дегенеративно-дистрофических изменений левого коленного сустава в проекции медиального мыщелка бедренной кости (рис. 2). С использованием микрокатетера диаметром 2,7 F выполнены катетеризация медиальной верхней коленной артерии с последующей суперселективной эмболизацией вышеуказанной ветви микроэмболами диаметром 100–300 мкм. При контрольной ангиографии дистальные ветви медиальной верхней коленной артерии не контрастируются (рис. 3), операция завершилась без осложнений. На 3-и сутки пациентка выписана с рекомендациями.

Через 12 мес пациентка повторно обследована. Отмечается значительное уменьшение болевого симптома, уменьшилась скованность, увеличилась физическая активность. Дистанция ходьбы возросла до 200 м. Улучшилось качество жизни. Индекс WOMAC до эмболизации – 61, через 12 мес после эмболизации – 24.

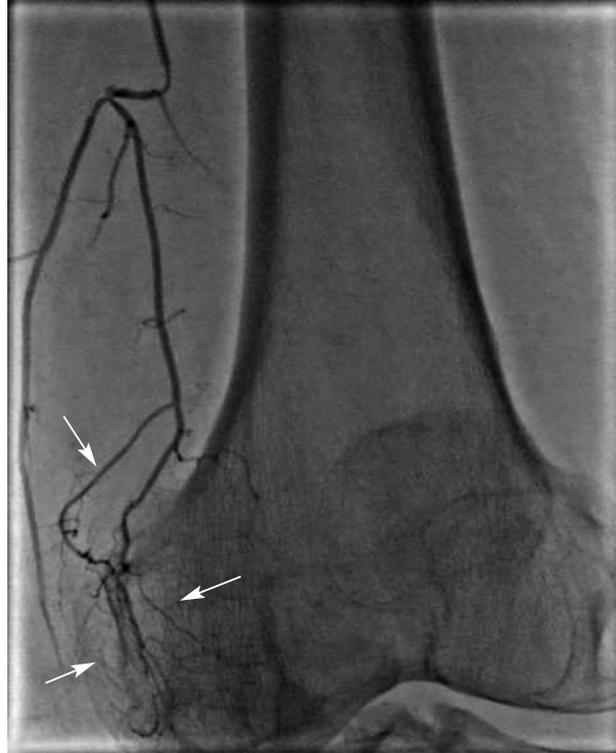


Рис. 2. Ангиография ветви подколенной артерии до эмболизации. В проекции медиального мыщелка бедренной кости отмечается зона гиперваскуляризации в бассейне медиальной верхней коленной артерии (указана стрелками)

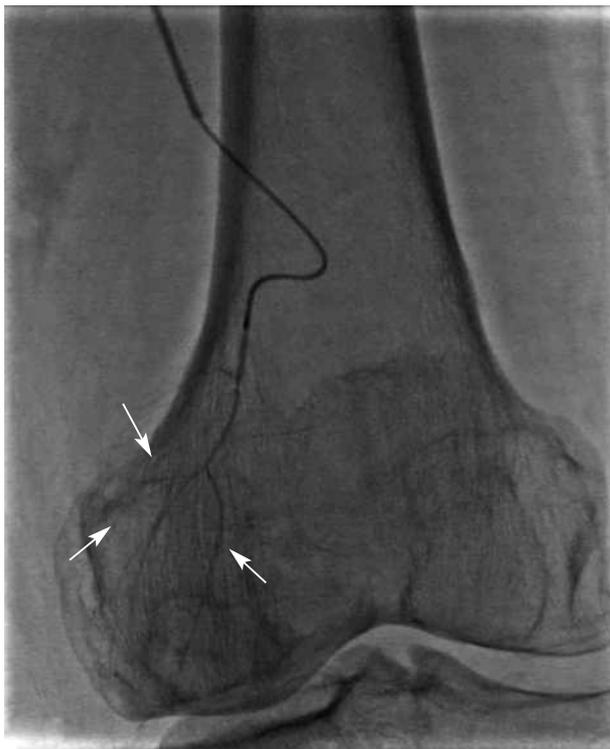


Рис. 3. Ангиография подколенной артерии после эмболизации медиальной коленной артерии. При ангиографии отсутствует контрастирование дистальных отделов артерии

### Обсуждение

В настоящее время отсутствует метод лечения гонартроза, обладающий абсолютной эффективностью. Необходим комплексный подход к лечению данного заболевания с учетом индивидуальных особенностей, соматического статуса, выраженности болевого синдрома, физической активности и комплаенса пациента. Сопоставимый с данными зарубежных исследований опыт авторов статьи (выполнена эмболизация у 7 пациентов с гонартрозом II–III ст., с положительным клиническим эффектом: снижение болевого синдрома по шкале WOMAC в среднем составило 40 пунктов, у двоих пациентов отмечалась обратимая в течение месяца кожная реакция в области коленного сустава, длительность наблюдения 12 мес) позволяет оценить эндоваскулярную эмболизацию ветвей подколенной артерии микроэмболами как эффективный метод симптоматического лечения болевого синдрома у пациентов с гонартрозом I–III ст. при неэффективности консервативной терапии.

Метод эмболизации ветвей подколенной артерии имеет патогенетическое обоснование:

воспалительный процесс стимулирует неоангиогенез, который влечет за собой рост количества чувствительных нервных окончаний в периартикулярных тканях, вызывая усиление болевых ощущений у пациента. Воспалительный процесс приводит к увеличению продукции местных провоспалительных цитокинов, таких как TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, NO, нейрорепептиды, адипокины, биоактивные липиды. Эмболизация патологической сосудистой сети позволяет уменьшить воспалительные процессы в коленном суставе за счет уменьшения притока провоспалительных факторов по новообразованным сосудам и уменьшения стимуляции роста новых сенсорных нервных окончаний.

Зарубежные клинические исследования продемонстрировали эффективность и безопасность данной методики у пациентов, невосприимчивых к консервативной терапии и имеющих противопоказания к хирургическому лечению (в том числе по причине высокого операционно-анестезиологического риска). Также известно о ее большей эффективности у пациентов с легкой и умеренной стадией гонартроза (I–III ст. по классификации Kellgren–Lawrence) и ограниченной эффективности при тяжелой стадии (IV ст. по классификации Kellgren–Lawrence).

Очевидно, что требуется проведение рандомизированных клинических исследований с участием большего числа пациентов и с большим периодом наблюдения, без которых в настоящее время невозможно сравнить эффективность эмболизации ветвей подколенной артерии с другими методами консервативного и хирургического лечения.

### Заключение

Гонартроз представляет собой широко распространенное заболевание, которое становится причиной хронического болевого синдрома у 12% населения старше 60 лет. Эндоваскулярная эмболизация ветвей подколенной артерии является эффективным и безопасным методом лечения боли у пациентов с гонартрозом I–III ст. при неэффективности консервативной терапии. Следует также отметить, что вышеописанный малоинвазивный метод лечения – перспективное направление для лечения пациентов с тяжелой сопутствующей патологией и высоким операционно-анестезиологическим риском.

*Литература/References*

1. Spector T.D., Hart D.J., Byrne J., Harris P.A., Dacre J.E., Doyle D.V. Definition of osteoarthritis of the knee for epidemiological studies. *Ann. Rheum. Dis.* 1993; 52: 790–4. DOI: 10.1136/ard.52.11.790
2. Martel-Pelletier J., Barr A.J., Cicuttini F.M., Conaghan P.G., Cooper C., Goldring M.B. et al. Osteoarthritis. *Nat. Rev. Dis. Primers.* 2016; 2: 16072. DOI: 10.1038/nrdp.2016.72
3. Bhatia A., Peng P., Cohen S.P. Radiofrequency procedures to relieve chronic knee pain: an evidence-based narrative review. *Reg. Anesth. Pain. Med.* 2016; 41 (4): 501–10. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000414
4. Goldman D.T., Piechowiak R., Nissman D., Bagla S., Isaacson A. Current concepts and future directions of minimally invasive treatment for knee pain. *Current. Rheumatol. Rep.* 2018; 54. DOI: 10.1007/s11926-018-0765-x
5. Moseley J.B., O'Malley K., Petersen N.J., Menke T.J., Brody B.A., Kuykendall D.H. et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N. Engl. J. Med.* 2002; 347: 81–8. DOI: 10.1056/NEJMoa013259
6. Ashraf S., Mapp P.I., Walsh D.A. Contributions of angiogenesis to inflammation, joint damage, and pain in a rat model of osteoarthritis. *Arthritis. Rheum.* 2011; 63: 2700–10. DOI: 10.1002/art.30422
7. Pap T., Distler O. Linking angiogenesis to bone destruction in arthritis. *Arthritis. Rheum.* 2005; 52: 1346–8. DOI: 10.1002/art.21015
8. Walsh D.A., Bonnet C.S., Turner E.L., Wilson D., Situ M., McWilliams D.F. Angiogenesis in the synovium and at the osteochondral junction in osteoarthritis. *Osteoarth. Cartil.* 2007; 15: 743–51. DOI: 10.1016/j.joca.2007.01.020
9. Ashraf S., Wibberley H., Mapp P.I., Hill R., Wilson D., Walsh D.A. Increased vascular penetration and nerve growth in the meniscus: a potential source of pain in osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis.* 2011; 70: 523–9. DOI: 10.1136/ard.2010.137844
10. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., Kato S. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2015; 38: 336–43. DOI: 10.1007/s00270-014-0944-8
11. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., Kato S., Kaneko T. Midterm clinical outcomes and mr imaging changes after transcatheter arterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2017; 28 (7): 995–1002. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.02.033
12. Lee S.H., Hwang J.H., Kim D.H., So Y.H., Park J., Cho S.B. et al. Clinical outcomes of transcatheter arterial embolisation for chronic knee pain: mild-to moderate versus severe knee osteoarthritis. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2019; 42: 1530–6. DOI: 10.1007/s00270-019-02289-4
13. Bhatia D., Bejarano T., Novo M. Current interventions in the management of knee osteoarthritis. *J. Pharma. Bioallied. Sci.* 2013; 5 (1): 30. DOI: 10.4103/0975-7406.106561
14. Pai Y.C., Chang H.J., Chang R.W., Sinacore J.M., Lewis J.L. Alteration in multijoint dynamics in patients with bilateral knee osteoarthritis. *Arthr. Rheumatol.* 1994; 37 (9): 1297–304. DOI: 10.1002/art.1780370905

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.132.2-089.86

## Эндоваскулярное лечение пациента с рецидивом стенокардии после операции аортокоронарного шунтирования с применением методики ретроградной реканализации правой коронарной артерии через окклюзированный аутовенозный шунт

*А.В. Стаферов, А.В. Сорокин, А.В. Конев, С.В. Воронин, Д.П. Дундуа*

ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства России, Ореховый б-р, 28, Москва, 115682, Российская Федерация

Стаферов Антон Валерьевич, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению  
Сорокин Александр Вячеславович, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению  
Конев Алексей Васильевич, канд. мед. наук, заведующий кардиологическим отделением лечения нарушений ритма сердца

Воронин Сергей Владимирович, канд. мед. наук, заведующий отделением анестезиологии-реанимации – 2  
Дундуа Давид Петрович, доктор мед. наук, профессор, руководитель Кардиологического центра

Выбор метода прямой реваскуляризации миокарда у больных со стабильной формой ишемической болезни сердца зависит от распространенности и комплексности поражения, а также от наличия коморбидности, определяющей риск хирургического лечения. Важнейшее значение имеет возможность обеспечения сопоставимого, максимально полного объема реваскуляризации миокарда левого желудочка, поскольку полнота реваскуляризации напрямую влияет на отдаленные результаты. Основными причинами неполной реваскуляризации и соответственно выбора в пользу хирургического метода реваскуляризации по-прежнему остаются хронические тотальные окклюзии, однако следует учитывать тот факт, что наличие хронической тотальной окклюзии может представлять серьезную проблему и в отдаленном периоде наблюдения в случае развития дисфункции коронарного шунта. Процедуры реканализации окклюзированных артерий у больных после коронарного шунтирования ассоциируются с меньшей частотой успеха, однако внедрение в клиническую практику новых методик реканализации, включая применение комбинированной антеро-ретроградной реканализации с использованием окклюзированных аутовенозных шунтов в качестве «интервенционных коллатералей», могут способствовать повышению частоты успеха эндоваскулярного лечения.

В представленном наблюдении описан комплексный подход к эндоваскулярному лечению пациента с возвратом клиники стенокардии после коронарного шунтирования, в том числе с применением успешной комбинированной антеро-ретроградной реканализации правой коронарной артерии через окклюзированный аутовенозный шунт.

**Ключевые слова:** хроническая тотальная окклюзия; чрескожное коронарное вмешательство; ретроградная реканализация; аортокоронарное шунтирование; стент.

**Для цитирования:** Стаферов А.В., Сорокин А.В., Конев А.В., Воронин С.В., Дундуа Д.П. Эндоваскулярное лечение пациента с рецидивом стенокардии после операции аортокоронарного шунтирования с применением методики ретроградной реканализации правой коронарной артерии через окклюзированный аутовенозный шунт. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 280–92. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-280-292

**Для корреспонденции:** Сорокин Александр Вячеславович; E-mail: angiography@list.ru

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

Поступила 04.08.2020  
Принята к печати 14.08.2020

## Endovascular treatment of a patient with recurrent angina after coronary artery bypass grafting using the technique of retrograde recanalization of the right coronary artery through an occluded autovenous shunt

*A.V. Staferov, A.V. Sorokin, A.V. Konev, S.V. Voronin, D.P. Dundua*

Federal Scientific Clinical Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, 115682, Russian Federation

Anton V. Staferov, Cand. Med. Sc., Head of Department of Endovascular Surgery, Specialist in Endovascular Diagnosis and Treatment

Aleksandr V. Sorokin, Specialist in Endovascular Diagnosis and Treatment  
 Aleksey V. Konev, Cand. Med. Sc., Head of Cardiology Department for Treatment of Cardiac Arrhythmias  
 Sergey V. Voronin, Cand. Med. Sc., Head of Department of Anesthesiology-Reanimation – 2  
 David P. Dundua, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Cardiology Center

The choice of the method of direct myocardial revascularization in patients with a stable coronary artery disease depends on the prevalence and complexity of the lesion, as well as on the presence of comorbidity, which determines the risk of surgical treatment. The ability to provide a comparable, maximally complete volume of left ventricular myocardial revascularization is of paramount importance, since the completeness of revascularization directly affects long-term results. The main reasons for incomplete revascularization, and, accordingly, the choice in favor of the surgical method of revascularization, are still chronic total occlusions, however, one should take into account the fact that the presence of chronic total occlusion can be a serious problem in the long-term follow-up, in the case of the development of coronary graft dysfunction. Recanalization procedures for occluded arteries in patients after coronary artery bypass grafting are associated with a lower rate of success, however, the introduction of new recanalization techniques into clinical practice, including the use of combined antero-retrograde recanalization using occluded auto-venous graft as “interventional collaterals” may increase the success rate of endovascular procedures.

This case describes a comprehensive approach to the endovascular treatment of a patient with a return of angina after coronary bypass grafting, including the use of a successful combined antero-retrograde recanalization of the right coronary artery through an occluded auto-venous graft.

**Keywords:** chronic total occlusion; percutaneous coronary intervention; retrograde recanalization; coronary artery bypass grafting; stent.

**For citation:** Staferov A.V., Sorokin A.V., Konev A.V., Voronin S.V., Dundua D.P. Endovascular treatment of a patient with recurrent angina after coronary artery bypass grafting using the technique of retrograde recanalization of the right coronary artery through an occluded autovenous shunt. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 280–92 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-280-292

**For correspondence:** Aleksandr V. Sorokin; E-mail: angiography@list.ru

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

Received August 4, 2020  
 Accepted August 14, 2020

## Введение

В соответствии с рекомендациями Европейского общества кардиологов выбор метода прямой реваскуляризации миокарда у больных со стабильной формой ишемической болезни сердца зависит от распространенности и комплексности поражения, а также от наличия коморбидности, влияющей на риск хирургического лечения [1]. При выборе метода реваскуляризации важнейшее значение имеет возможность обеспечения сопоставимого, в идеале — максимально полного объема реваскуляризации миокарда левого желудочка (ЛЖ), поскольку полнота реваскуляризации напрямую влияет на отдаленные результаты, и особое значение это имеет для эндоваскулярного лечения больных с многососудистым поражением [1–3]. Так, в исследовании SYNTAX резидуальный показатель по шкале SYNTAX Score >8 баллов, отражающий суммарный объем нереваскуляризованных артерий, ассоциировался с повышением летальности на 35,3% в отдаленном периоде (к 5-му году наблюдения) [4, 5], причем основными причинами неполной реваскуляризации и соответственно выбора хирургического метода реваскуляризации — аортокоронарного шунтирования (АКШ) по-прежнему остаются хро-

нические тотальные окклюзии [1, 4, 5]. Тем не менее следует учитывать тот факт, что уже на госпитальном этапе частота окклюзии шунтов достигает 12% [1], к 5-му году наблюдения частота окклюзии аутовенозных кондуитов может составлять 47% [6], а к 10-му году — более 50% [7–9]. Таким образом, наличие хронической тотальной окклюзии, исходно послужившей причиной выбора хирургического метода реваскуляризации, может представлять серьезную проблему и в отдаленном периоде наблюдения в случае развития дисфункции коронарного шунта.

## Описание случая

Пациент Т., 63 года, был госпитализирован в Федеральный научно-клинический центр ФМБА России в мае 2018 г. с диагнозом «ишемическая болезнь сердца; постинфарктный кардиосклероз (2009 г.), состояние после операции АКШ (2009 г.), нестабильная прогрессирующая стенокардия. Гипертоническая болезнь III ст., риск сердечно-сосудистых осложнений 4, состояние после операции лобэктомии правого легкого (1998 г.)». Из анамнеза известно, что в 2009 г. пациент перенес инфаркт миокарда нижней локализации; по данным коронарогра-

фии были выявлены значимые стенозы устья и средней трети (с/3) передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) левой коронарной артерии (ЛКА), тотальная окклюзия правой коронарной артерии (ПКА), в связи с чем в 2009 г. ему была выполнена операция аортокоронарного шунтирования (АКШ) двух артерий – маммарно-коронарное шунтирование (МКШ) ПМЖВ ЛКА и аутовенозное шунтирование ПКА в условиях искусственного кровообращения. В отдаленном периоде наблюдения на протяжении 9 лет после операции АКШ клиника стенокардии отсут-

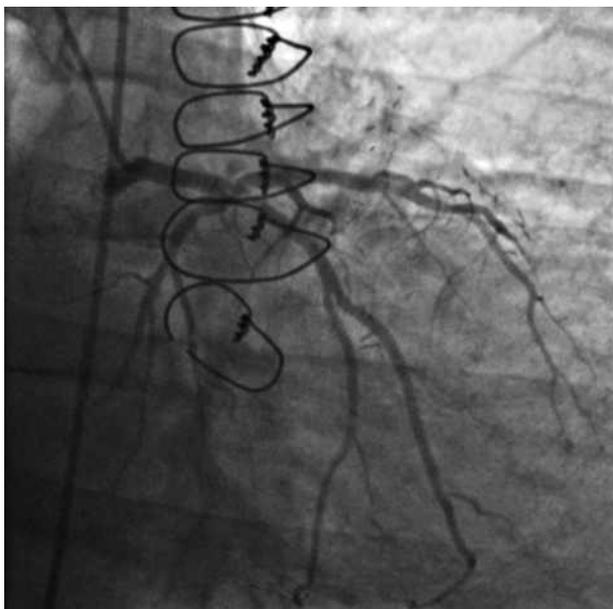


Рис. 1. Устьевые поражения ПМЖВ, ИМА и ОВ ЛКА

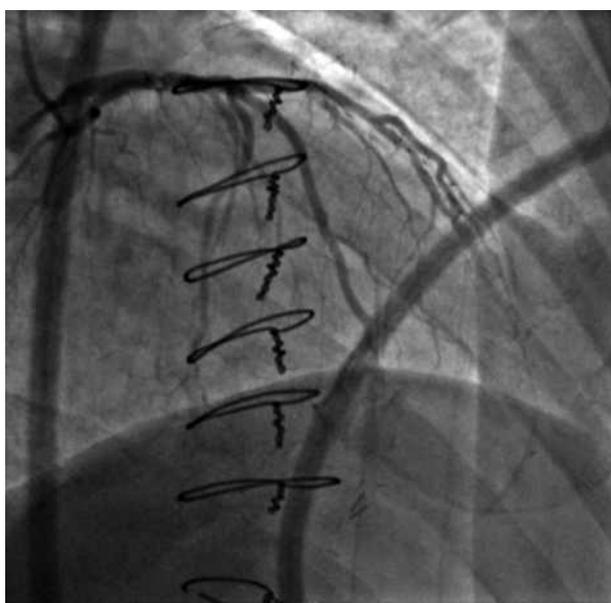


Рис. 2. Стеноз с/3 ПМЖВ дистальнее отхождения ДВ, антеградное контрастирование д/3 ПМЖВ ЛКА

вовала, однако в феврале 2018 г. был отмечен возврат клиники стенокардии напряжения, вначале на уровне II функционального класса (ФК) по классификации Канадского кардиологического общества (CCS) с последующим прогрессированием частоты и продолжительности приступов, развитием их при минимальных нагрузках и в покое. Пациент был госпитализирован в стационар по месту жительства, где в апреле 2018 г. ему была выполнена коронарошунтография, по результатам которой выявлены устьевая стеноз ПМЖВ 70%, субтотальный стеноз устья крупной интермедиарной артерии (ИМА) и 70–75% устьевая стеноз некротической огибающей ветви (ОВ) ЛКА, то есть трифуркационный стеноз ствола ЛКА 0:1:1 по классификации Medina (рис. 1), 70% стеноз с/3 ПМЖВ после отхождения крупной диагональной ветви (ДВ); дистальные отделы ПМЖВ контрастируются преимущественно по функционирующему МКШ, имеющему сужение в начальном отделе на 50% (рис. 2–4). Правая коронарная артерия окклюзирована в проксимальной трети (п/3), диффузно измененный средний сегмент заполняется по внутрисистемным перетокам (рис. 5), а дистальные отделы задней межжелудочковой ветви (ЗМЖВ) ПКА – по межсистемным перетокам (рис. 6, 7), аутовенозный шунт (ВШ) к ПКА окклюзирован в начальном отделе (рис. 8).

После выполнения коронарографии пациент был выписан на фоне консервативной тера-

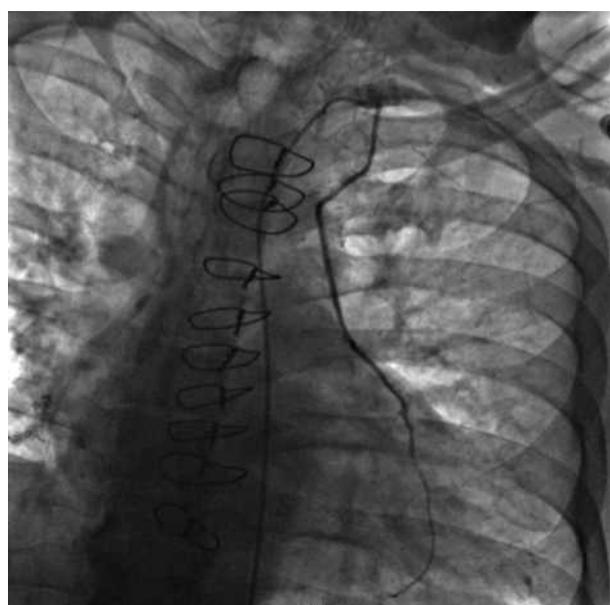


Рис. 3. Функционирующий МКШ к ПМЖВ ЛКА с сужением в начальном отделе 50%

пии с рекомендациями о повторном выполнении операции АКШ. При поступлении в ФНКЦ у пациента, несмотря на максимально возможную консервативную терапию, сохранялась клиника нестабильной стенокардии. По данным ЭКГ вне приступа, имелись рубцовые изменения нижней стенки ЛЖ, ишемические изменения в покое отсутствовали. По данным эхокардиографии (ЭхоКГ): умеренная гипертрофия миокарда, умеренный гипокинез передней и боковой стенок ЛЖ, среднего сег-

мента межжелудочковой перегородки, гипо-, акинез нижней стенки ЛЖ, фракция выброса (ФВ) ЛЖ 52%. Маркер некроза кардиомиоцитов (тропонин Т) отрицательный. Риск выполнения повторной операции АКШ (с учетом ранее проведенной лобэктомии правого легкого) был расценен как высокий; принимая во внимание отсутствие необходимости решунтирования ПМЖВ ЛКА, кардиологическим консилиумом было принято решение о выполнении эндоваскулярного лечения.

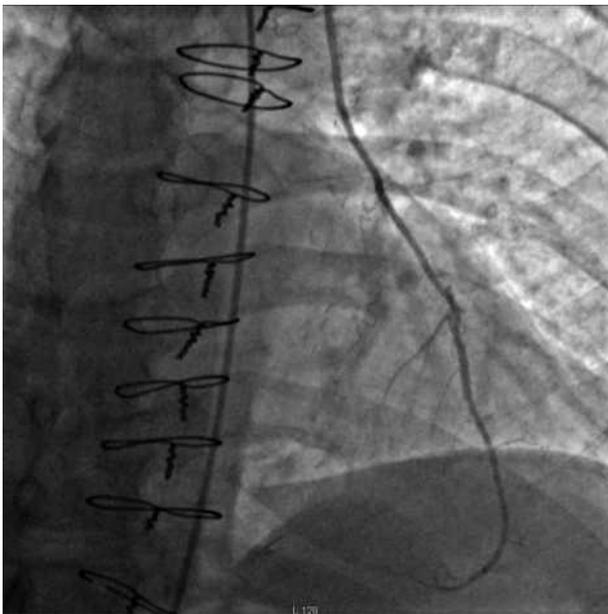


Рис. 4. Контрастирование д/з ПМЖВ по МКШ

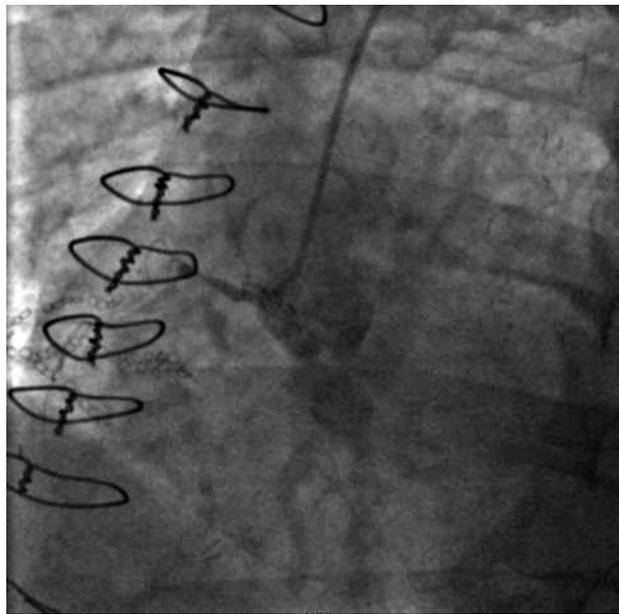


Рис. 5. Окклюзия ЛМЖВ

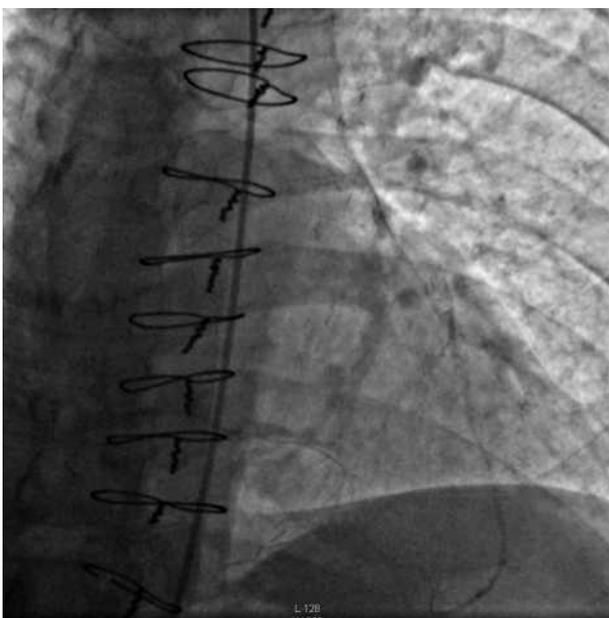


Рис. 6. Контрастирование ЛМЖВ ПМЖВ по межсистемным перетокам через МКШ к ПМЖВ

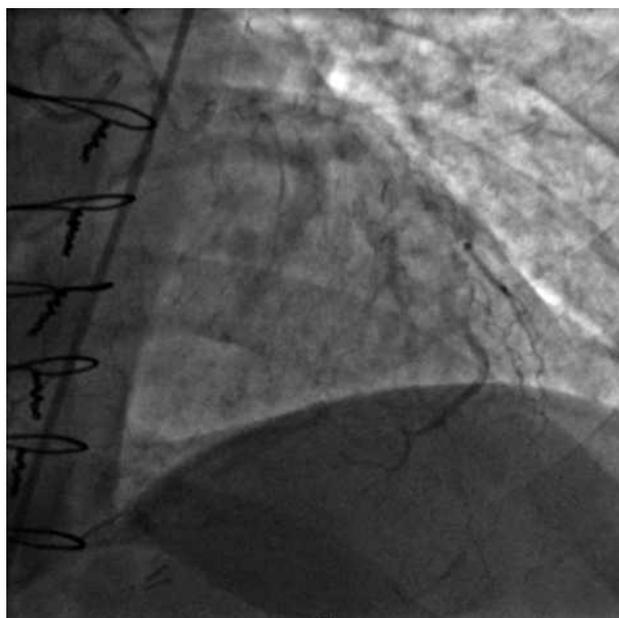


Рис. 7. Контрастирование ЛМЖВ ПМЖВ по межсистемным перетокам из бассейна ЛКА

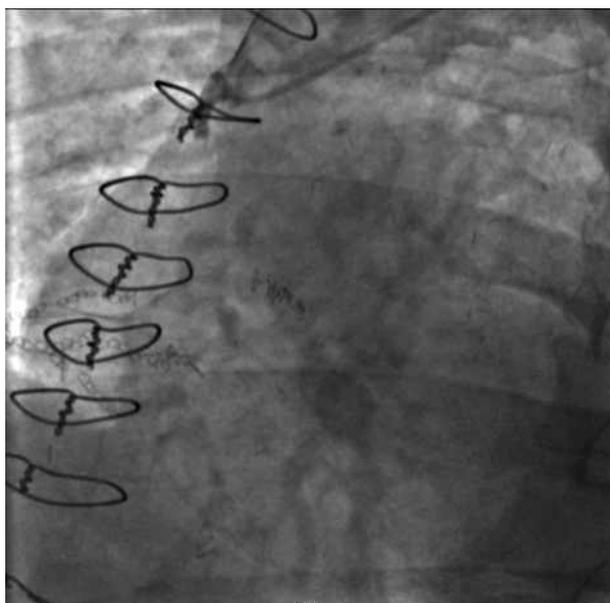


Рис. 8. Окклюзия ВШ к ПКА

С учетом хронического характера окклюзии ПКА (более 9 лет), несмотря на ангиографические признаки недавней, возможно трехмесячной, окклюзии венозного шунта к ней, в качестве «ответственной» за ишемию артерии была принята крупная ИМА ЛКА. В пользу этого свидетельствовали выявленные нарушения кинетики переднебоковой области ЛЖ, тогда как гипо-, акинез нижней стенки ЛЖ с более высокой вероятностью являлся результатом рубцовых изменений вследствие перенесенного 9 лет

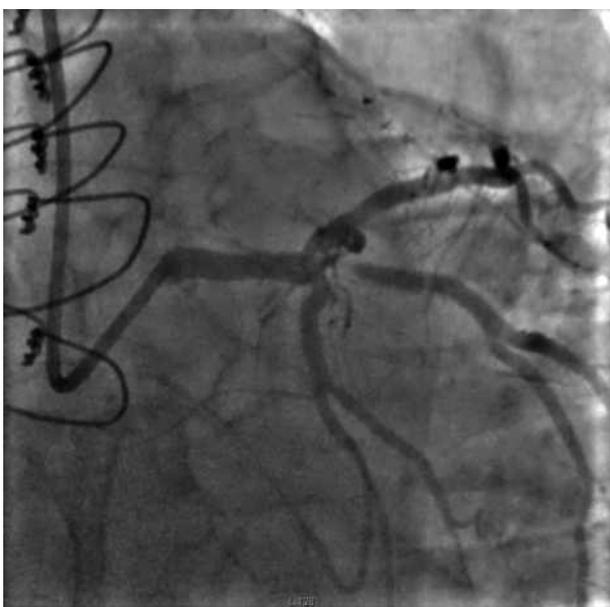


Рис. 9. Исходная коронарограмма ЛКА до стентирования

назад инфаркта миокарда, что подтверждалось также данными ЭКГ. Было принято решение о реваскуляризации бассейна ЛКА – и ИМА, и ПМЖВ, ввиду наличия сравнительно крупной диагональной ветви (ДВ), кровоснабжающей достаточно большую зону переднебоковой стенки ЛЖ, решено выполнить бифуркационное стентирование ствола ЛКА. Правым трансрадиальным доступом (проводниковый катетер CLS 3,5 6 F) было имплантировано два эверолимус-покрытых платиново-хромовых стента – в ствол с переходом на ИМА 3,5–28 мм и в ствол с переходом на ПМЖВ 3,5–24 мм по методике double kissing mini culotte (имплантация стента в ИМА с небольшой протрузией в ствол, выполнение проксимальной оптимизации баллонным катетером 5,0–8 мм и киссинг-постдилатация, имплантация стента в ствол с переходом на ПМЖВ, проксимальная оптимизация и повторная киссинг-постдилатация [10]), с хорошим ангиографическим результатом (рис. 9, 10). В связи с малым объемом кровоснабжения ОВ, сохраненным по ней кровотоком ТИМІ 3, отсутствием признаков ишемии (данные ЭКГ, клинические проявления) от вмешательства на ОВ было решено воздержаться. Также была выполнена ангиография левой подключичной артерии (ее контрастирование отсутствовало на исходной коронарошунтографии) и левого МКШ, выявившая гемодинамически незначимое (менее 50% по диаметру) сужение 1-го сегмента левой подключичной артерии (рис. 11); градиент систолического давления (измеренный неинвазивно) между верхними конечностями отсутствовал.

После вмешательства достигнутый клинический результат был расценен как хороший, состояние пациента стабилизировалось, однако сохранялась клиника стенокардии напряжения II ФК на фоне оптимальной медикаментозной терапии, что негативно влияло на качество жизни. В связи с этим, в том числе с учетом большой зоны кровоснабжения бассейна ПКА, было принято решение о выполнении реканализации хронической окклюзии ПКА (через 14 дней). Левым трансрадиальным доступом была катетеризирована ЛКА для визуализации постокклюзионных отделов ПКА, при коронарографии ЛКА ранее имплантированные стенты полностью проходимы (рис. 12). Правым трансрадиальным доступом выполнена катетеризация ПКА проводниковым катетером AL1 (рис. 13), предпринята попытка антеградной реканализа-

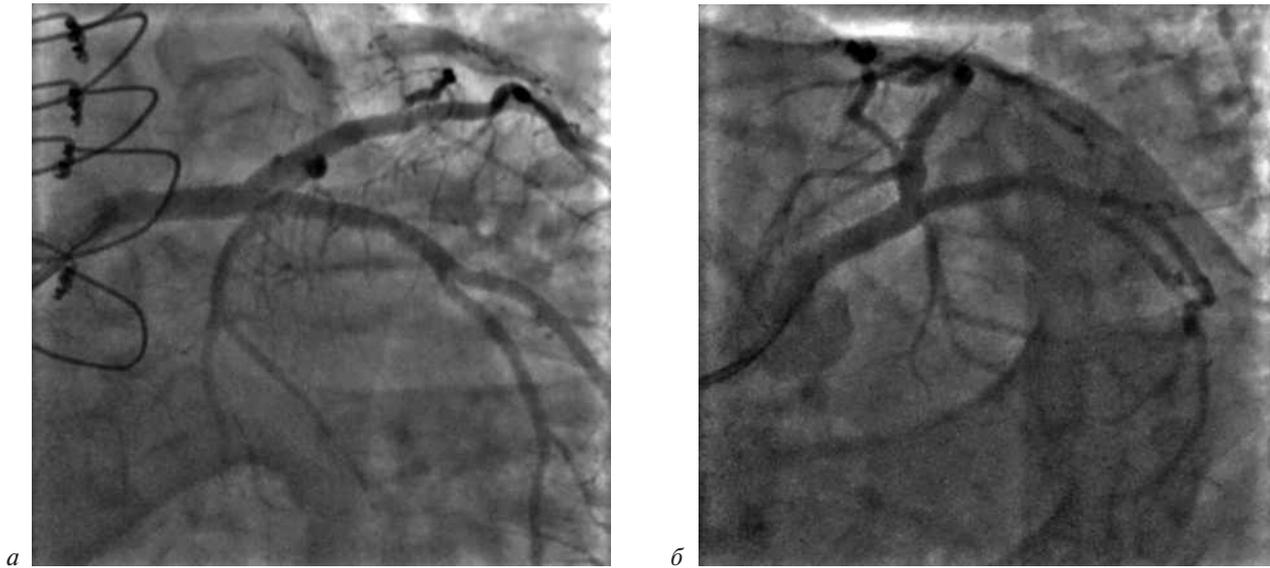


Рис. 10. Коронарограммы после бифуркационного стентирования «защищенного» ствола ЛКА в разных проекциях (а, б)

ции, коронарные проводники (Progress 80, Abbott Vascular, USA) проведены за зону окклюзии, в проекцию постокклюзионных отделов с/3 ПКА (методика параллельных проводников), однако при коронарографии из ЛКА верифицировано их субинтимальное расположение (рис. 14). Ввиду хорошей визуализации культи и зоны дистального анастомоза с ПКА окклюзированного ВШ к ПКА, предположительно небольшого (3–4 мес) срока его окклюзии и отсутствия перспективных «интервенционных» (можно использовать для проведения ретроградной реканализации) межсистемных коллатера-

лей в постокклюзионные отделы ПКА из бассейна ЛКА было принято решение о конверсии антеградной реканализации на ретроградную через окклюзированный ВШ к правой коронарной артерии.

Проводниковым катетером AL1 выполнена катетеризация устья ВШ к ПКА, при поддержке двухпросветного (over the wire) баллонного катетера 1,5–15 мм осуществлена реканализация окклюзированного ВШ (проводник Pilot 50 Abbott Vascular, USA), при коронарографии из ЛКА верифицировано положение проводника в истинном просвете дистального участка ВШ

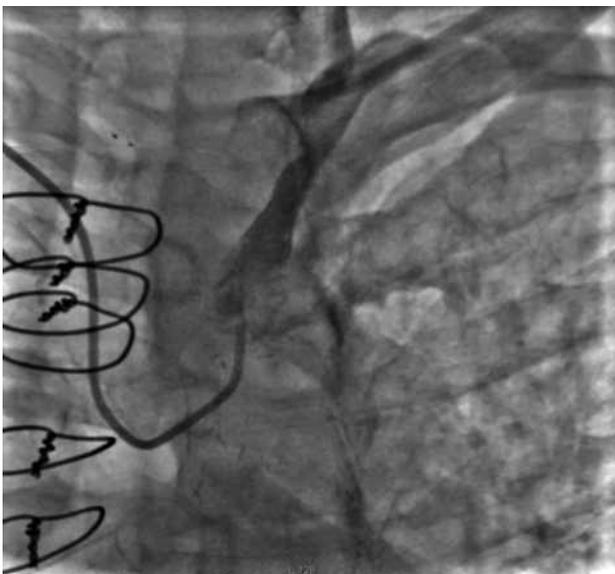


Рис. 11. Сужение 1-го сегмента левой подключичной артерии

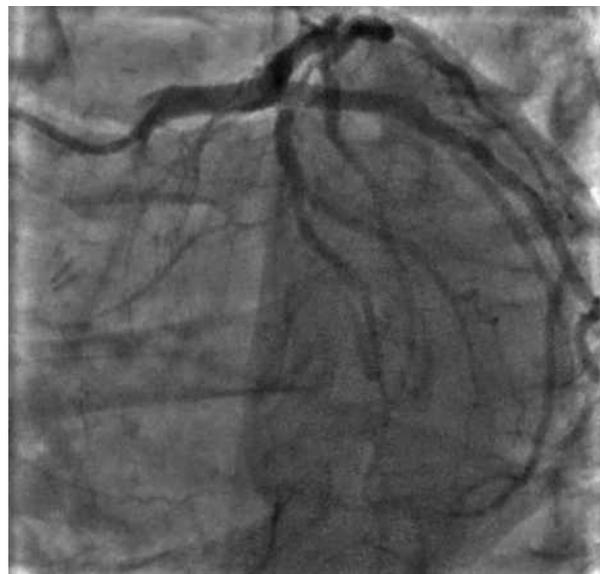


Рис. 12. Имплантированные в ствол ЛКА стенты полностью проходимы

к ПКА (рис. 15). Далее коронарный проводник проведен в ретроградном направлении до уровня окклюзии, заменен на Progress 80, выполнена ретроградная реканализация ПКА (рис. 16), коронарный проводник проведен в истинный просвет п/3 ПКА и заведен в проводниковый катетер (также AL1 6 F), установленный в устье ПКА левым трансрадиальным доступом, фиксирован в проводниковом катетере путем раздувания баллонного катетера 2,0–15 мм, что позволило провести в ретроградном направлении

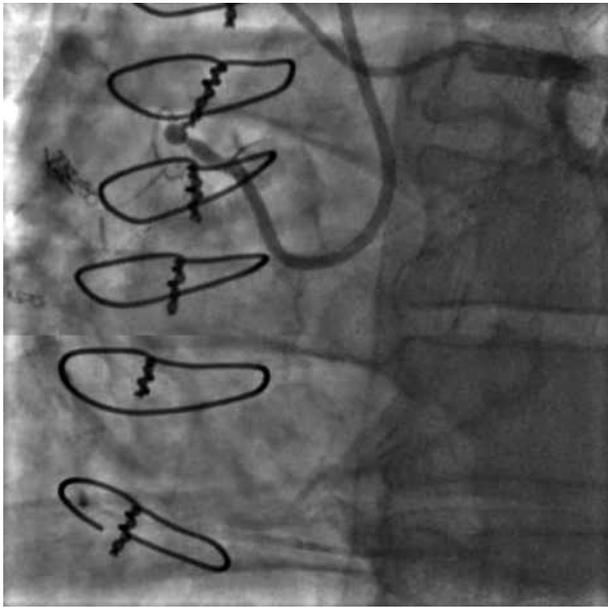


Рис. 13. Контрастирование культи ПКА и постокклюзионных отделов ПКА по внутри- и межсистемным перетокам

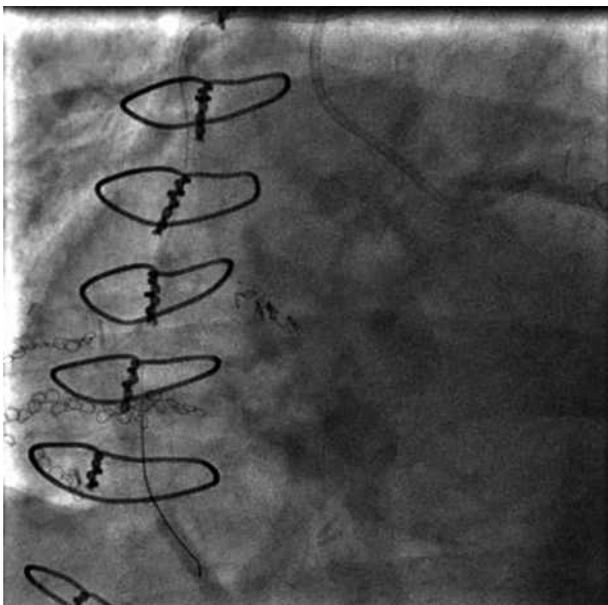


Рис. 15. Реканализация ВШ к ПКА

до уровня п/3 ПКА баллонный катетер 1,5–15 мм и выполнить предилатацию окклюзированного сегмента (рис. 17). Затем коронарный проводник Pilot 50 проведен в антеградном направлении в истинный просвет постокклюзионных отделов д/3 ПКА, выполнена предилатация зоны окклюзии уже в антеградном направлении баллонным катетером 2,0–15 мм (рис. 18). Далее в п/3-с/3 ПКА имплантировано два эверолимус-покрытых кобальт-хромовых стента 3,0–48 мм (дистальнее) и 3,5–48 мм



Рис. 14. Субинтимальное проведение антеградных коронарных проводников

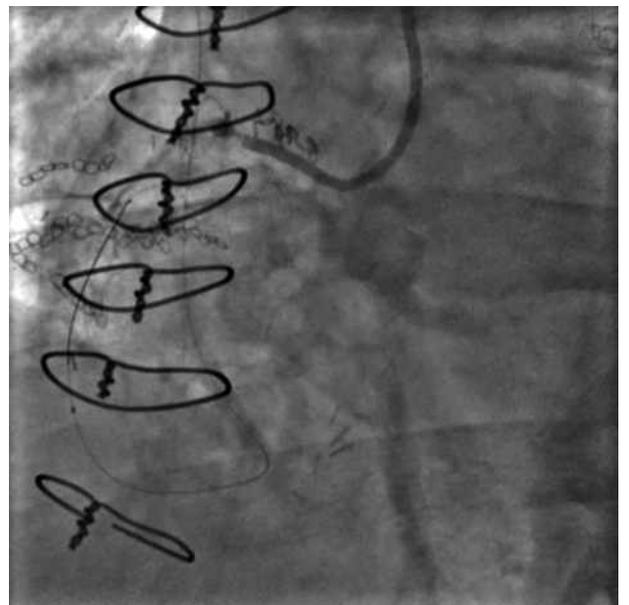


Рис. 16. Ретроградная реканализация ПКА

(проксимальнее, от устья ПКА), с постдилатацией баллонными катетерами высокого давления диаметром 3,5 мм (дистальнее) и 4,0 мм (проксимальнее). Получен антеградный кровоток по ПКА, с частичным ретроградным контрастированием дистального сегмента ВШ к ПКА, ангиографический результат расценен как хороший (рис. 19). Общее время вмешательства составило 90 мин, использовано 400 мл контрастного вещества. Пациент на 2-е сутки после вмешательства в удовлетворительном со-

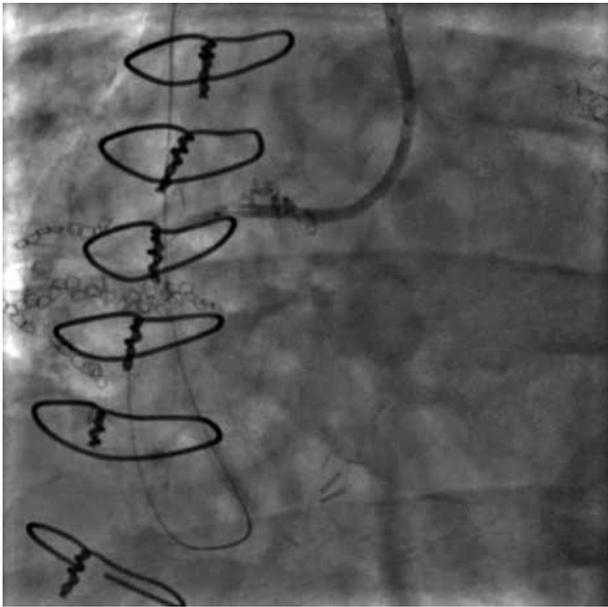


Рис. 17. Преддилатация зоны окклюзии проведенным ретроградно баллонным катетером

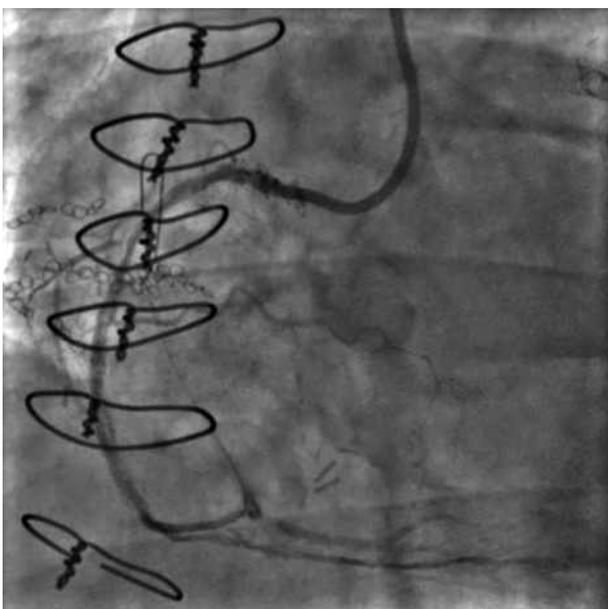


Рис. 18. ПКА после антеградного проведения проводника и повторной преддилатации

стоянии, без клиники стенокардии выписан домой.

В течение первых 9 мес после ЧКВ клиника стенокардии у пациента отсутствовала, он вел привычный активный образ жизни, однако затем в течение 2–3 мес вновь рецидивировали приступы стенокардии – сначала при высоких нагрузках, затем – с постепенным снижением нагрузочной толерантности, в связи с чем через 12 мес пациент был повторно госпитализирован с клиникой стенокардии II ФК. При ЭКГ-обследовании – без отрицательной динамики, по данным ЭхоКГ, ФВ ЛЖ составила 56%, при стресс-эхокардиографии на фоне нагрузки 7 METs (по протоколу Bruce) у пациента развился гипокинез передней и верхушечной областей ЛЖ с умеренным болевым синдромом. В связи с этим было принято решение о выполнении контрольной коронарошунтографии. Правым трансрадиальным доступом выполнена контрольная коронарография ЛКА: ранее имплантированные стенты проходимы (рис. 20), обращает на себя внимание антеградное контрастирование бассейна ПМЖВ ЛКА и ретроградное контрастирование дистального участка МКШ к ПМЖВ (рис. 21), стентированная ПКА полностью проходима (рис. 22). При ангиографии из левой подключичной артерии были выявлены прогрессирование степени стенозирования ее 1-го сегмента до 70%, а также очень слабое контрастирование проксимального участка МКШ, диаметр которого в данной области со-



Рис. 19. Окончательный ангиографический результат после стентирования ПКА

ставлял всего 0,5–0,7 мм (рис. 23), при этом разница артериального давления на верхних конечностях составила всего 10 мм рт. ст. (непрямое измерение). С учетом отсутствия значимого градиента систолического давления на верхних конечностях, диффузного уменьшения (редукции) диаметра проксимального сегмента МКШ было решено выполнить стентирование двухуровневого поражения нативной ПМЖВ ЛКА (рис. 24). В эту зону был имплантирован эверолимус-покрытый платиново-хромовый стент 3,0–38 мм с постдилатацией баллонным катете-

ром высокого давления 3,5–15 мм, с хорошим ангиографическим результатом (рис. 25). Пациент был выписан на 2-е сутки; с учетом комплексности выполненных вмешательств и низкого риска геморрагических осложнений режим двойной антитромбоцитарной терапии (клопидогрел 75 мг/сут и ацетилсалициловая кислота 100 мг/сут) был продлен еще на 12 мес.

При выписке клиника стенокардии у пациента отсутствовала. В отдаленном периоде наблюдения, через 12 мес, отрицательной динамики клинического состояния не выявлено,

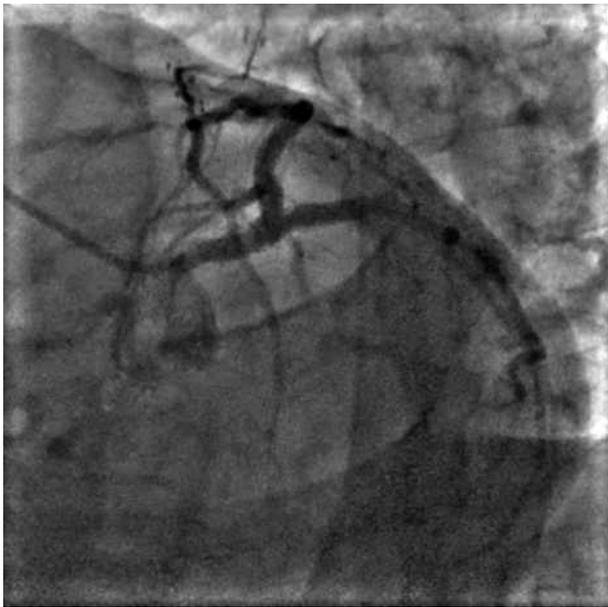


Рис. 20. Ранее имплантированные в ствол ЛКА стенты проходимы



Рис. 21. Коронарография бассейна ЛКА: антеградное контрастирование ПМЖВ и ретроградное контрастирование МКШ к ПМЖВ



*a*



*б*

Рис. 22. Бассейн ПКА через 12 мес после реканализации и стентирования в разных проекциях (*a*, *б*)

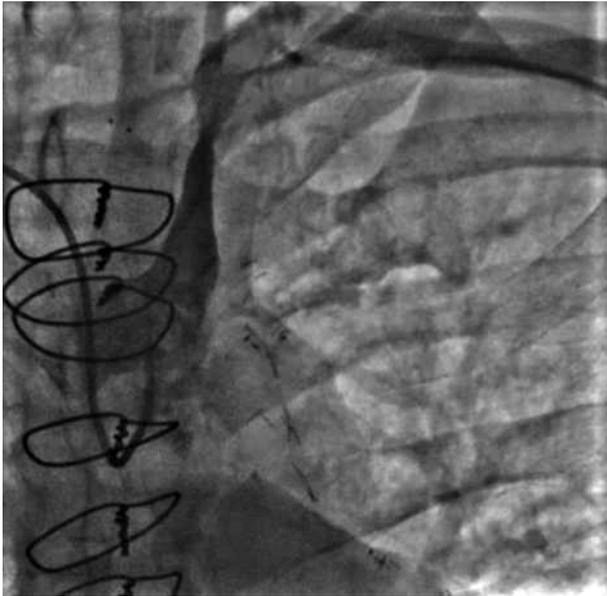


Рис. 23. Стеноз 1-го сегмента левой подключичной артерии и протяженное сужение проксимального участка МКШ к ПМЖВ

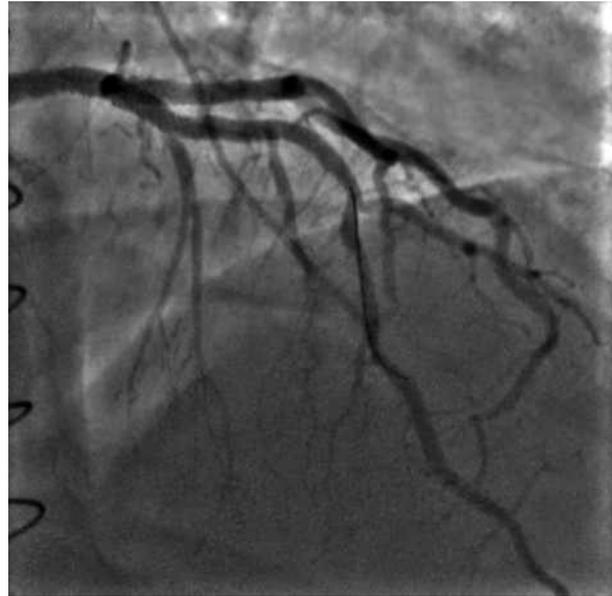
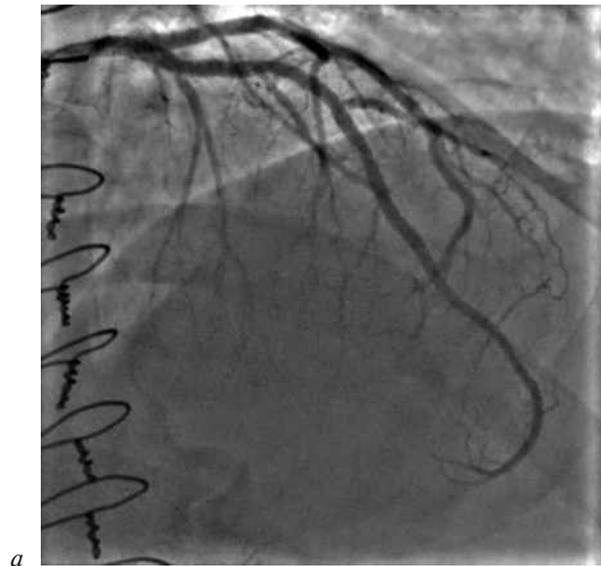


Рис. 24. Двухуровневое поражение нативной ПМЖВ ЛКА (в этой зоне находится рентгеноконтрастный кончик коронарного проводника)



*a*



*б*

Рис. 25. Окончательный ангиографический результат после стентирования ПМЖВ ЛКА в разных проекциях (*a, б*)

пациент продолжает вести активный образ жизни. При наблюдении кардиолога по месту жительства признаки ишемии миокарда по данным пробы с нагрузкой отсутствовали. Разница систолического артериального давления на верхних конечностях составляла 10 мм рт. ст., в связи с чем от стентирования левой подключичной артерии было решено воздержаться.

### Обсуждение

Несмотря на накопленный опыт, усовершенствование инструментария и методик реканали-

зации, хронические тотальные окклюзии по-прежнему остаются одним из факторов, ограничивающих эффективность эндоваскулярного лечения, и одной из основных причин выбора хирургического метода реваскуляризации, особенно у пациентов с многососудистым поражением венечного русла [1, 11]. Тем не менее частота дисфункции аутовенозных шунтов может составлять в отдаленном периоде (5–10 лет) более 50% [7–9], что потенциально может приводить к необходимости выполнения реканализации окклюзированных артерий, исходно послу-

живших причиной выбора хирургического метода реваскуляризации. Следует отметить, что частота успеха процедур реканализации окклюзированных артерий у пациентов, перенесших операцию АКШ, ниже, а сложность вмешательств – выше, чем у пациентов без предшествовавшего хирургического лечения [11, 12].

В представленном клиническом наблюдении причинами рецидива клиники стенокардии по видимому послужили окклюзия аутовенозного шунта к ПКА и прогрессирование поражения в ранее нешунтированной крупной интермедиарной артерии через 9 лет после операции, причем в качестве артерии, ответственной за клинику нестабильной стенокардии, нами была определена именно ИМА, хотя выбор артерии-мишени для реваскуляризации в этом конкретном случае был затруднителен. Данные литературы свидетельствуют о том, что окклюзия шунта к ранее окклюзированной артерии может являться причиной развития острого коронарного синдрома [13, 14]; в нашем наблюдении мы ориентировались на клинико-анамнестические данные и результаты неинвазивных методов, достигнутый клинический результат подтвердил оправданность сделанного выбора. Тем не менее наличие хронической окклюзии ПКА обусловило как негативное влияние на качество жизни (сохранение клиники стенокардии II ФК у пациента, ведущего активный образ жизни), так и потенциально неблагоприятное влияние на прогноз [1, 3–5], что послужило основанием к выполнению реваскуляризации бассейна ПКА. В соответствии с актуальными рекомендациями Европейского кардиологического общества предпочтение при вмешательствах у пациентов, перенесших коронарное шунтирование, должно отдаваться нативным артериям, а не шунтам [1], в связи с чем было решено осуществить реканализацию окклюзированной более 9 лет нативной ПКА. В данной ситуации двухэтапное вмешательство представлялось оправданным ввиду комплексности первой операции, а также потенциальных объема и сложности собственно процедуры реканализации хронической окклюзии ПКА в плане уменьшения дозы облучения, снижения объема контрастного вещества в целях профилактики развития контраст-индуцированной нефропатии.

В настоящее время «гибридный» алгоритм, заключающийся в конверсии с антеградной реканализации на ретроградную получил широ-

кое распространение, внедрение в клиническую практику комбинированных методик позволило существенно повысить успех вмешательства при хронических тотальных окклюзиях [11]. Наряду с септальными и эпикардиальными коллатеральными окклюзированными аутовенозными шунтами были определены в качестве так называемых «интервенционных» коллатералей [11], причем отсутствие боковых ветвей было признано одним из факторов, облегчающих их реканализацию [11]. Собственно, при проведении первой процедуры ретроградной реканализации J.K. Kahn et al. в 1990 г. в качестве «интервенционной» коллатерали был использован именно аутовенозный кондуит (не окклюзированный) [15]. К настоящему времени в зарубежной литературе опубликовано большое количество работ, свидетельствующих о высокой частоте успеха ретроградной реканализации окклюзированных нативных артерий с использованием окклюзированных аутовенозных кондуитов [11, 13, 16, 17], однако в отечественной литературе такие публикации крайне редки [14].

А.Н. Федорченко и др. в своей работе показали, что окклюзия аутовенозного кондуита к ПКА привела к развитию острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST [14], аналогичные наблюдения имеются и в зарубежной литературе [18], – это дополнительно подчеркивает важность реваскуляризации хронических окклюзий венечных артерий. Собственно реканализация окклюзированного шунта в данном случае была выполнена без каких-либо технических сложностей, хорошая визуализация зоны дистального анастомоза шунта с постокклюзионным отделом ПКА позволила перейти непосредственно к ретроградной реканализации (см. рис. 15, 16). В качестве поддержки использовали двухпросветный баллонный катетер, фиксация коронарного проводника в коронарном проводниковом катетере путем раздувания баллонного катетера позволила провести его в ретроградном направлении, за зону окклюзии, хотя, безусловно, предпочтение при выполнении данных вмешательств должно отдаваться специально разработанным микрокатетерам. Достигнутый хороший непосредственный результат сохранялся на протяжении 12 мес благодаря имплантации современных стентов с покрытием 2-й генерации, признаки рестенозирования отсутствовали и в зоне бифуркационного стен-

тирования ствола ЛКА, и в зоне стентирования окклюзированной ПКА, несмотря на то что протяженность стентированного сегмента в последнем случае составила 95 мм. Рецидив же клиники стенокардии через 12 мес после ЧКВ был обусловлен, по-видимому, сочетанием как увеличения степени стенозирования 1-го сегмента левой подключичной артерии (хотя значимый градиент систолического давления отсутствовал), так и развития дисфункции МКШ (подтверждением чему являлось ангиографически визуализированное уменьшение диаметра проксимального сегмента шунта). Конкурентный кровоток по шунтированной артерии (вследствие невыраженного характера стенозирования) потенциально может определяться в качестве одной из причин развития дисфункции шунтов [9], и в данном случае мы, безусловно, не можем исключить, что устранение устьевого стеноза ПМЖВ во время первого вмешательства послужило потенциальной причиной развития поздней дисфункции МКШ. Однако на исходных коронарограммах уже имелось уменьшение диаметра его проксимального отдела по сравнению с дистальным (см. рис. 3), хотя причина этого до конца нам не ясна. В этом случае увеличение выраженности степени сужения 1-го сегмента левой подключичной артерии потенциально могло дополнительно лимитировать кровоток по МКШ, приводя к развитию ишемии переднебоковой стенки ЛЖ, что и было документировано при проведении нагрузочной пробы. Асимптоматическое сужение подключичной артерии может рассматриваться в качестве показания к стентированию у пациентов с наличием МКШ и документированной ишемии миокарда (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C) [18], однако в данном случае мы решили выполнить стентирование нативной коронарной артерии в связи с большей предсказуемостью клинического результата, исходя из «простой» морфологии поражения ПМЖВ, более предпочтительными отдаленными результатами: так, частота рестенозирования при стентировании подключичных артерий ко 2-му году наблюдения составляет 15–30% [18]. Сохранение достигнутого клинического результата на протяжении 12 мес после вмешательства подтверждает обоснованность выбранного подхода, показания к проведению инвазивной диагностики у пациента отсутствовали, несмотря на академический интерес

к вопросу состояния маммарно-коронарного шунта. Отсутствие же симптоматических проявлений, незначительный градиент давления на верхних конечностях в соответствии с текущими рекомендациями [18] позволили воздержаться от устранения стеноза 1-го сегмента левой подключичной артерии.

Следует отметить, что, по данным литературы, основным различием между хирургическим и эндоваскулярным методами реваскуляризации остается частота повторных процедур реваскуляризации в отдаленном периоде наблюдения, — она в 3–4 раза выше после ЧКВ [1]. Это полностью подтверждается и в нашем клиническом наблюдении: в течение 9 лет после операции АКШ у пациента отсутствовали неблагоприятные кардиальные осложнения и повторные интервенции, затем в течение одного года он перенес 3 ЧКВ, причем первоначально эндоваскулярное лечение выполнялось в два этапа, а в третьем случае было обусловлено рецидивом клиники стенокардии. Тем не менее причиной возврата клиники не являлась неудача сосуда-мишени (target vessel failure): несмотря на комплексность поражений и сложность выполненных вмешательств, признаки рестенозирования отсутствовали. Это позволяет надеяться, что применение современных стентов 2-го поколения будет способствовать улучшению отдаленных результатов эндоваскулярного лечения, а широкое внедрение в клиническую практику различных вариантов вмешательств при хронических тотальных окклюзиях расширит возможности интервенционного лечения у пациентов с комплексными формами поражения венозного русла.

### Заключение

Хронические тотальные окклюзии по-прежнему остаются одним из основных факторов, ограничивающих непосредственную эффективность эндоваскулярного лечения. Тем не менее следует принимать во внимание потенциальную необходимость выполнения реканализации окклюзированных артерий после операции АКШ в случае развития дисфункции коронарных шунтов в отдаленном периоде наблюдения. Процедуры реканализации окклюзированных артерий у больных после АКШ ассоциируются с меньшей частотой успеха, однако внедрение в клиническую практику новых методик реканализации, включая применение комбинированной антеро-ретроградной реканализации

с использованием в том числе окклюзированных аутовенозных шунтов, как в представленном наблюдении, может способствовать повышению частоты успеха ЧКВ.

### Литература [References]

1. 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
2. Head S.J., Milojevic M., Daemen J., Ahn J.M., Boersma E., Christiansen E.H. et al. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *Lancet.* 2018; 391 (10124): 939–48. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30423-9
3. Garcia S., Sandoval Y., Roukoz H., Adabag S., Canoniero M., Yannopoulos D., Brilakis E.S. Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (16): 1421–31. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.033
4. Farooq V., Serruys P.W., Bourantas C.V., Zhang Y., Muramatsu T., Feldman T. et al. Quantification of incomplete revascularization and its association with five-year mortality in the synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery (SYNTAX) trial validation of the residual SYNTAX score. *Circulation.* 2013; 128 (2): 141–51. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001803
5. Génereux P., Campos C.M., Farooq V., Bourantas C.V., Mohr F.W., Colombo A. et al. Validation of the SYNTAX revascularization index to quantify reasonable level of incomplete revascularization after percutaneous coronary intervention. *Am. J. Cardiol.* 2015; 116 (2): 174–86. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.03.056
6. Galassi A.R., Werner G.S., Boukhris M., Azzalini A., Mashayekhi K., Carlino M. et al. Percutaneous recanalisation of chronic total occlusions: 2019 consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention.* 2019; 15: 198–208. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00826
7. Tranbaugh R.F., Dimitrova K.R., Friedmann P., Geller C.M., Harris L.J., Stelzer P. et al. Coronary artery bypass grafting using the radial artery: clinical outcomes, patency, and need for reintervention. *Circulation.* 2012; 126 (11, Suppl. 1): S170–5. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.083048
8. Solo K., Lavi S., Kabali C., Levine G.N., Kulik A., John-Baptiste A.A. et al. Antithrombotic treatment after coronary artery bypass graft surgery: systematic review and network meta-analysis. *BMJ.* 2019; 367: 15476. DOI: 10.1136/bmj.15476
9. Caliskan E., de Souza D.R., Böning A., Liakopoulos O.J., Choi Y.H., Pepper J. et al. Saphenous vein grafts in contemporary coronary artery bypass graft surgery. *Nat. Rev. Cardiol.* 2020; 17 (3): 155–69. DOI: 10.1038/s41569-019-0249-3
10. Gaudino M., Antoniadis C., Benedetto U., Deb S., Di Franco A., Di Giammarco G. et al. Mechanisms, consequences, and prevention of coronary graft failure. *Circulation.* 2017; 136 (18): 1749–64. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027597
11. Hu F., Tu S., Cai W., Jiang Z., Zheng H., Xiao L. et al. Double kissing mini-culotte versus mini-culotte stenting: insights from micro-computed tomographic imaging of bench testing. *EuroIntervention.* 2019; 15: 465–72. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00688
12. Megaly M., Abraham B., Pershad A., Rinfret S., Alaswad K., Garcia S. et al. Outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in patients with prior bypass surgery. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (7): 900–2. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.11.033
13. Kahn J.K., Hartzler G.O. Retrograde coronary angioplasty of isolated arterial segments through saphenous vein bypass grafts. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1990; 20: 88–93. DOI: 10.1002/ccd.1810200205
14. Ansari H.Z., Alomar A., Breall J.A. Retrograde CTO-PCI through vein grafts: come on down! *J. Invasive Cardiol.* 2016; 28 (6): 226–8. PMID: 27236006
15. Xenogiannis I., Gkargkoulas F., Karpaliotis D., Krestyaninov O., Khelinskii D., Jaffer F.A. et al. Retrograde chronic total occlusion percutaneous coronary intervention via saphenous vein graft. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13 (4): 517–26. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.10.028
16. Deharo P., Strange J.W., Mozid A. Primary percutaneous coronary intervention of native chronic total occlusions to treat ST elevation myocardial infarction secondary to acute vein graft occlusion. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2017; 90 (2): 251–6. DOI: 10.1002/ccd.26905
17. Майнгарт С.В., Некрасов А.С., Гречишкин А.А., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Случай ретроградной реканализации хронической окклюзии коронарной артерии через окклюзированный венозный шунт у пациента с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. *Эндovasкулярная хирургия.* 2019; 6 (4): 327–34. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-327-334 [Mayngart S.V., Nekrasov A.S., Grechishkin A.A., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Case of retrograde recanalization of chronic coronary artery occlusion via an occluded venous shunt in a patient with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (4): 327–34 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-327-334]
18. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L., Björk M., Brodmann M., Cohnert T. et al. 2017 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. Heart J.* 2018; 39 (9): 763–816. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx095

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.132-007.64-089.844:616.126

## Успешное эндоваскулярное закрытие двух псевдоаневризм корня аорты после протезирования аортального клапана

К.А. Рзаева, Д.А. Хелимский, Д.С. Гранкин, О.В. Крестьянинов, А.М. Чернявский

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. академика Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, 630055, Российская Федерация

Рзаева Ксения Асифовна, клинический ординатор; orcid.org/0000-0001-7254-0733

Хелимский Дмитрий Александрович, канд. мед. наук, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-5419-913X

Гранкин Денис Сергеевич, канд. мед. наук, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Крестьянинов Олег Викторович, канд. мед. наук, и.о. руководителя Центра эндоваскулярной хирургии, заведующий отделением эндоваскулярной диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-5214-8996

Чернявский Александр Михайлович, доктор мед. наук, профессор, директор; orcid.org/0000-0001-9818-8678

Женщина 68 лет поступила с множественными псевдоаневризмами корня аорты после протезирования аортального клапана. В течение 10 дней после операции отмечалась тенденция к увеличению размеров подклапанных образований. Учитывая высокий хирургический риск, принято решение провести эндоваскулярное закрытие аневризм. В результате была выполнена транскатетерная эмболизация с помощью нейрхирургических спиралей, с хорошим непосредственным и отдаленным клиническим результатом. Данный случай демонстрирует, что подобный подход можно рассматривать как альтернативу хирургической коррекции, особенно у пациентов с высоким хирургическим риском.

**Ключевые слова:** корень аорты; клапан аорты; хирургические осложнения; закрывающие устройства; псевдоаневризма.

**Для цитирования:** Рзаева К.А., Хелимский Д.А., Гранкин Д.С., Крестьянинов О.В., Чернявский А.М. Успешное эндоваскулярное закрытие двух псевдоаневризм корня аорты после протезирования аортального клапана. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 293–6. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-293-296

**Для корреспонденции:** Рзаева Ксения Асифовна; E-mail: rzaeva\_k@meshalkin.ru

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

Поступила 21.07.2020  
Принята к печати 28.07.2020

## Endovascular closure of 2 pseudoaneurysms of the aortic root after surgical aortic valve replacement

K.A. Rzaeva, D.A. Khelimskii, D.S. Grankin, O.V. Krestyaninov, A.M. Chernyavskiy

Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, 630055, Russian Federation

Kseniya A. Rzaeva, Resident Physician; orcid.org/0000-0001-7254-0733

Dmitrii A. Khelimskii, Cand. Med. Sc., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5419-913X

Denis S. Grankin, Cand. Med. Sc., Endovascular Surgeon

Oleg V. Krestyaninov, Cand. Med. Sc., Acting Head of Center for Endovascular Surgery, Head of Department of Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-5214-8996

Aleksandr M. Chernyavskiy, Dr. Med. Sc., Professor, Director; orcid.org/0000-0001-9818-8678

A 68-year-old woman was initially admitted with multiple pseudoaneurysms of the aortic root after aortic valve replacement. The aneurysm expanded after 10 days and was treated using endovascular closure devices. Considering the high surgical risk, it was decided to perform the endovascular closure of aneurysm. The transcatheter embolization with the neurosurgical coils was performed with good immediate and long-term clinical results. This case demonstrates that such approach can be considered as an alternative to open surgery especially in the high-risk patients.

**Keywords:** aortic root; aortic valve; surgery complications; closure device; pseudoaneurysm.

**For citation:** Rzaeva K.A., Khelimskii D.A., Grankin D.S., Krestyaninov O.V., Chernyavskiy A.M. Endovascular closure of 2 pseudoaneurysms of the aortic root after surgical aortic valve replacement. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 293–6 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-293-296

**For correspondence:** Kseniya A. Rzaeva; E-mail: rzaeva\_k@meshalkin.ru

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

Received July 21, 2020  
Accepted July 28, 2020

## Введение

Псевдоаневризма (ПА) корня аорты является редким осложнением, которое развивается в менее чем 0,5% случаев после операции на аорте [1]. Данная патология характеризуется быстрым прогрессированием, высоким риском разрыва и часто сопровождается высокой летальностью [2]. К потенциальным участкам формирования ПА относятся область наложения поперечного зажима, линия шва, границы анастомозов и места катетеризации аорты [2]. «Золотым стандартом» в лечении ПА является клипирование шейки аневризмы или протезирование восходящего отдела аорты клапано-содержащим кондуитом. Однако повторная хирургическая коррекция связана с высоким оперативным риском [3, 4]. Транскатетерное закрытие ПА корня аорты может снизить риск развития интра- и послеоперационных осложнений и служит альтернативой для таких пациентов.

Мы приводим описание первого успешного случая транскатетерного закрытия множественных субаннулярных ПА корня аорты у 68-летней женщины после протезирования аортального клапана.

## Описание случая

Пациентка 68 лет поступила с жалобами на боли в грудной клетке и одышку при физических нагрузках, иногда в покое.

Из анамнеза известно, что более 10 лет назад при выполнении эхокардиографии (ЭхоКГ) впервые был выявлен аортальный стеноз. В дальнейшем выраженность стеноза прогрессировала. По данным ЭхоКГ, пиковый градиент давления на аортальном клапане составил 85 мм рт. ст., при ЭКГ диагностированы неполная блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса, гипертрофия миокарда левого желудочка.

Из сопутствующих заболеваний имеются гипертоническая болезнь, дислипидемия и хроническое заболевание почек.

Проведена плановая операция протезирования аортального клапана (биопротез «Юни-Лайн» № 23) в нашем Центре. В раннем послеоперационном периоде пациентка пожаловалась на выраженную одышку, дискомфорт в области грудной клетки.

Трансторакальная ЭхоКГ показала нормальное функционирование клапана со средним систолическим градиентом 15 мм рт. ст. Однако

была обнаружена паравальвулярная полость (размером 18,8×15,8 мм) с перерывом эхосигнала и цветовым доплеровским потоком внутри. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) подтвердила наличие в терминальном отделе выходного отдела левого желудочка, непосредственно под кольцом протеза аортального клапана со стороны некоронарного синуса, мелкий дефект в виде нитевидного канала диаметром не более 1 мм, связанного с многокамерной аневризматической полостью (размером 25×16×14 мм), локализованной между стенкой корня аорты и стенкой ушка правого предсердия. В непосредственной близости от медиальной поверхности аневризмы проходит правая коронарная артерия (рис. 1). В динамике через неделю проведено повторное МСКТ-исследование на предмет роста ПА. Обнаружено прогрессирующее увеличение размера ПА (35×25×22 мм). В рамках данной госпитализации в связи с высоким хирургическим риском проведения повторной операции было решено выполнить транскатетерное закрытие ПА.

Процедура осуществлялась под местной анестезией и контролируемой седацией. Для достижения активированного времени свертывания более 300 с вводили нефракционированный гепарин. После пункции лучевой артерии справа и установки интродьюсера 6 F (Terumo Medical Corporation, Япония) при помощи катетера типа Performa Pigtail (Merit Medical System, США) выполнена левая вентрикулография в переднезадней и косых проекциях с целью визуализации шейки ПА. Предпринято несколько безуспешных попыток введения стента.

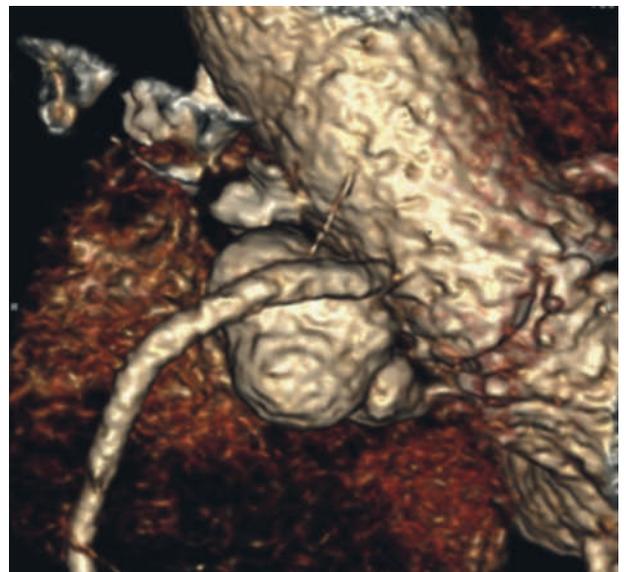


Рис. 1. Псевдоаневризма корня аорты

пешных попыток катетеризации ПА катетерами различной модификации (AL1, AL3, CLS, JL 4, AR3). Шейку субаннулярной ПА удалось катетеризовать из полости левого желудочка диагностическим катетером AL2. Из-за плохой поддержки катетера мы использовали микрокатетер Headway (MicroVention-Terumo, США) для последовательной доставки двух спиралей Cosmos (24×68 мм и 20×65 мм) (MicroVention-Terumo). Финальная ангиография не показала остаточного потока в ПА (рис. 2). Катетеры и интродьюсер удалены с достижением полного гемостаза.

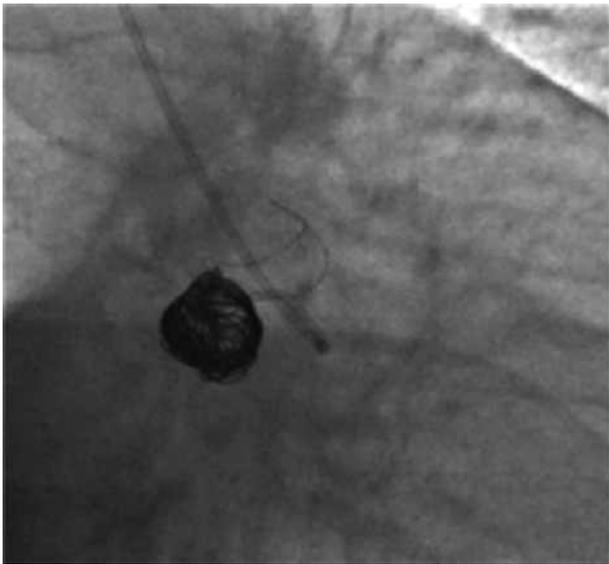


Рис. 2. Контрольная ангиография после эмболизации ПА спиралью Cosmos

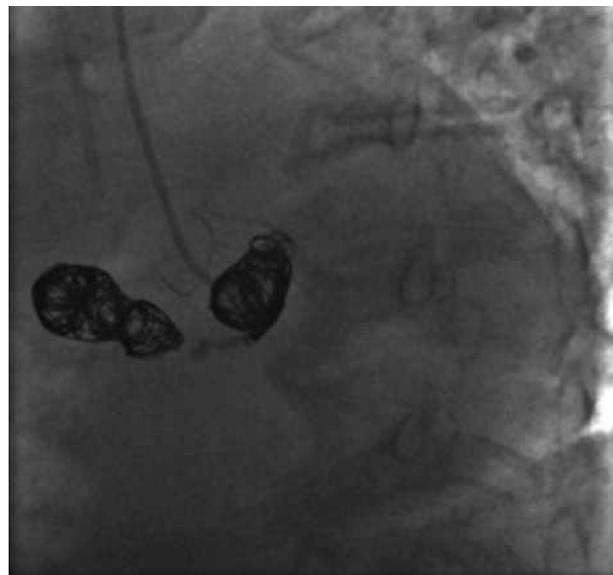


Рис. 3. Вторая псевдоаневризма, закрытая с помощью спиралей Cosmos

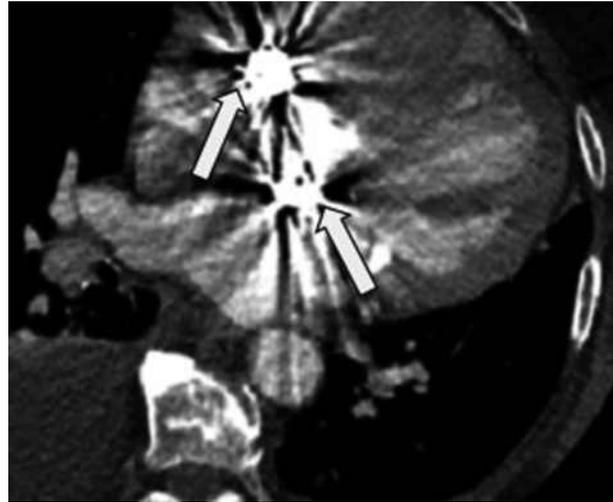


Рис. 4. Полная окклюзия двух псевдоаневризм корня аорты (стрелки), подтвержденная при помощи МСКТ

На контрольной МСКТ выявлена полная окклюзия другой, ранее не описанной ПА, имеющей меньший размер и локализацию дорзальнее корня аорты, в то время как парапротезная подклапанная фистула с ложной парааортальной аневризмой спереди от аорты оставалась интактной. Пациентке выполнена повторная операция транскатетерного закрытия аневризматической полости также двумя спиралью Cosmos (24×68 мм) (рис. 3), что привело к полной окклюзии двух ПА корня аорты по данным МСКТ (рис. 4).

При плановом осмотре через 3 мес выполнена трансторакальная ЭхоКГ: полости субаннулярных аневризм полностью тромбированы. Отмечено улучшение общего состояния. Одышка и боли в грудной клетке не беспокоили.

### Обсуждение

Представленный клинический случай является первым описанием успешной эндоваскулярной эмболизации множественных субаннулярных ПА корня аорты после протезирования аортального клапана. В настоящее время хирургическое лечение остается «золотым стандартом» благодаря большому опыту в этой области [3]. Однако реоперация на корне аорты связана с высоким уровнем смертности, что зачастую делает ее невозможной [4]. Таким образом, транскатетерное закрытие ПА представляется хорошей альтернативой открытой хирургии у пациентов с высокой коморбидностью. Механизм успешного транскатетерного закрытия ПА заключается в блокировании кровотока в поло-

сти ПА, что приводит к ее тромбированию и последующей облитерации.

До настоящего времени описано несколько методов, включая инъекцию тромбина и эмболизацию спиралями, которые, как показано, были эффективны в лечении ПА [5–7]. Во всем мире опубликовано большое количество статей с описанием транскатетерного закрытия ПА корня и восходящего отдела аорты. Так, S. Al-Maskari и et al. [8] сообщили о случае использования устройства Amplatzer Duct Occluder (ADO) для закрытия паравальвулярных ПА корня аорты и парапротезных фистул. F. Bashir et al. [9] представили случай транскатетерного закрытия ПА восходящей аорты при помощи ADO. D.W. De Boo et al. сообщили о закрытии ПА с использованием Amplatzer типа II [10]. Однако в литературе нет сообщений о транскатетерном закрытии субаннулярных аневризм.

В нашем случае ПА была локализована ниже аортального клапана. Такая локализация ПА создает технические проблемы для эндоваскулярного лечения. Во-первых, это может вызвать трудности при катетеризации ПА и достижении надлежащей поддержки катетеров в полости левого желудочка. Во-вторых, сокращение желудочков может привести к смещению катетеров в восходящей аорте и миграции окклюдированных устройств при их имплантации. В-третьих, манипуляции в полости желудочка могут вызывать опасные для жизни аритмии. В нашем случае было невозможно добиться достаточной поддержки катетера, что потребовало использования микрокатетера и MicroPlex Coil System Cosmos, предназначенных для эндоваскулярной эмболизации внутричерепных аневризм и других аномальных сосудистых образований при нейроинтервенции. Данная тактика обеспечила безопасную и контролируруемую доставку окклюдированных устройств.

### Заключение

Представленное нами клиническое наблюдение демонстрирует, что транскатетерное за-

крытие ПА корня аорты после операции на аортальном клапане с использованием окклюдированных устройств, в том числе спирального типа, может быть выполнено успешно, с хорошими постпроцедурными результатами даже при наличии сложной локализации. Кроме того, этот метод можно рассматривать как альтернативу хирургической коррекции, особенно у пациентов с высоким хирургическим риском.

### Литература [References]

1. Katsumata T, Moorjani N., Vaccari G., Westaby S. Mediastinal false aneurysm after thoracic aortic surgery. *Ann. Surg.* 2000; 70: 547–52. DOI: 10.1016/S0003-4975(00)01300-X
2. Sahan E., Gul M., Sahan S., Sokmen E., Guray Y.A., Tufekcioglu O. Pseudoaneurysm of the mitral–aortic intervalvular fibrosa. *Herz.* 2014; 40: 182–9. DOI: 10.1016%2Fj.case.2017.07.001
3. Чернявский А.М., Хван Д.С., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М. Реимплантация корня аорты в протез: новый виток клапаносохраняющих операций. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2016; 20 (2): 49–57. DOI: 10.21688/1681-3472-2016-2-49-57 [Chernyavskiy A.M., Khvan D.S., Alsov S.A., Sirota D.A., Lyashenko M.M. Aortic root reimplantation procedure: a new milestone in aortic valve-sparing operations. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2016; 20 (2): 49–57 (in Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2016-2-49-57]
4. Mohammadi S., Bonnet N., Leprince P., Leprince P., Kolsi M., Rama A. Reoperation for false aneurysm of the ascending aorta after its prosthetic replacement: surgical strategy. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 147–52. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2004.06.032
5. Ota H., Morita Y., Saiki Y., Takase K. Coil embolization of left ventricular outflow tract pseudoaneurysms: techniques and 5-year results. *Interact. Cardiovasc. Thoracic. Surg.* 2017; 24: 631–3. DOI: 10.1093/icvts/ivw394
6. Lu T., Owji S., Chinnadurai P., Loh T.M., Schwein A., Lumsden A.B. et al. Robotic-assisted coil embolization of ascending aortic pseudoaneurysm. *Ann. Thorac. Surg.* 2016; 102: e451–e453. DOI: 10.14797%2Fmdej-13-1-34
7. Perek B., Urbanowicz T., Zabicki B., Puslecki M., Juszkat R., Jemielity M. CT-guided thrombin injection to control rapid expansion of ascending aortic false aneurysm 15 months after Bentall-Bono operation. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2011; 34: S83–S85. DOI: 10.1007/s00270-010-9808-z
8. Al-Maskari S., Panduranga P., Al-Farqani A., Thomas E., Velliathic J. Percutaneous closure of complex paravalvular aortic root pseudoaneurysm and aorta-cavitary fistulas. *Indian Heart J.* 2014; 66: 358–62. DOI: 10.1016%2Fj.ihj.2014.03.015
9. Bashir F., Quaife R., Carroll J.D. Percutaneous closure of ascending aortic pseudoaneurysm using Amplatzer septal occluder device: the first clinical case report and literature review. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2005; 65: 547–51. DOI: 10.1002/ccd.20422
10. De Boo D.W., Mott N., Kavnaudias H., Walton A., Lyon S.M. Endovascular closure of ascending aortic pseudoaneurysm with a type II Amplatzer vascular plug. *Vasc. Endovascular. Surg.* 2014; 48: 329–32. DOI: 10.1177/1538574414522329

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.13-007.644-089

## Эндоваскулярное лечение дисфункции артериовенозной фистулы при обструкции центральных вен

О.А. Оганесян<sup>1</sup>, А.Ю. Бухтояров<sup>1</sup>, К.О. Лясковский<sup>1</sup>, О.С. Волколуп<sup>1</sup>, А.П. Богдан<sup>1</sup>, С.А. Габриель<sup>1,2</sup>, В.М. Дурлештер<sup>1,2</sup>, А.А. Оганесян<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» Минздрава Краснодарского края, ул. Красных партизан, 6/2, Краснодар, 350012, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Седина, 4, Краснодар, 350063, Российская Федерация

<sup>3</sup> ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы, Ленинский пр-т, 8, Москва, 119049, Российская Федерация

Оганесян Оганес Арамович, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2; orcid.org/0000-0001-5407-7343

Бухтояров Артем Юрьевич, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2; orcid.org/0000-0001-7994-4597

Лясковский Константин Олегович, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2; orcid.org/0000-0002-7955-9557

Волколуп Олег Сергеевич, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2; orcid.org/0000-0003-0102-2546

Богдан Александр Петрович, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-1786-6906

Габриель Сергей Александрович, доктор мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0002-0755-903X

Дурлештер Владимир Моисеевич, доктор мед. наук, профессор, заместитель главного врача по хирургии; orcid.org/0000-0003-2885-7674

Оганесян Анаит Арамовна, врач-рентгенолог; orcid.org/0000-0003-1896-023X

Представлен клинический случай успешного эндоваскулярного лечения дисфункции артериовенозной фистулы при обструкции центральных вен у больной, находящейся на программном гемодиализе. Доступами через артериовенозную фистулу и правую общую бедренную вену были выполнены реканализация и баллонная ангиопластика обструкций центральных брахиоцефальных вен. Послеоперационный период протекал без осложнений. Наблюдалось уменьшение отёка правой верхней конечности. Программный гемодиализ проводился через оперированную фистулу.

Данный клинический случай показывает, что эндоваскулярная хирургия является эффективным методом лечения дисфункции артериовенозной фистулы при обструкции центральных вен.

**Ключевые слова:** дисфункция артериовенозной фистулы; обструкция центральных вен; эндоваскулярная реканализация; баллонная ангиопластика.

**Для цитирования:** Оганесян О.А., Бухтояров А.Ю., Лясковский К.О., Волколуп О.С., Богдан А.П., Габриель С.А., Дурлештер В.М., Оганесян А.А. Эндоваскулярное лечение дисфункции артериовенозной фистулы при обструкции центральных вен. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 297–303. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-297-303

**Для корреспонденции:** Оганесян Оганес Арамович; E-mail: oganesyan\_oa@mail.ru

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

Поступила 30.07.2020  
Принята к печати 11.08.2020

## Endovascular treatment of disfunctional arteriovenous fistula due to central veins obstruction

O.A. Oganessian<sup>1</sup>, A.Yu. Bukhtoyarov<sup>1</sup>, K.O. Lyaskovskiy<sup>1</sup>, O.S. Volkolup<sup>1</sup>, A.P. Bogdan<sup>1</sup>, S.A. Gabriel<sup>1,2</sup>, V.M. Durlshter<sup>1,2</sup>, A.A. Oganessian<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Regional Clinical Hospital No. 2, Krasnodar, 350012, Russian Federation

<sup>2</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, 350063, Russian Federation

<sup>3</sup> City Clinical Hospital No. 1 named after N.I. Pirogov, Moscow, 119049, Russian Federation

Oganess A. Oganessian, Surgeon of Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment No. 2; orcid.org/0000-0001-5407-7343

Artem Yu. Bukhtoyarov, Head of Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment No. 2; orcid.org/0000-0001-7994-4597  
 Konstantin O. Lyaskovskiy, Surgeon of Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment No. 2; orcid.org/0000-0002-7955-9557  
 Oleg S. Volkolup, Surgeon of Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment No. 2; orcid.org/0000-0003-0102-2546  
 Aleksandr P. Bogdan, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1786-6906  
 Sergey A. Gabriel', Dr. Med. Sc., Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0002-0755-903X  
 Vladimir M. Durlshter, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Chief Physician for Surgery; orcid.org/0000-0003-2885-7674  
 Anait A. Oganessian, Radiologist; orcid.org/0000-0003-1896-023X

The article presents a case of successful endovascular treatment of arteriovenous fistula dysfunction in a case of central veins obstruction in hemodialysis patient. Recanalization and balloon angioplasty of the central veins obstructions were performed using double accesses through the arteriovenous fistula and the right common femoral vein. The postoperative period was uneventful. A decrease in swelling of the right upper limb was observed. Programmed hemodialysis was performed through an operated fistula.

The presented clinical case shows that endovascular surgery is an effective method of treatment in a case of arteriovenous fistula dysfunction due to central vein obstruction.

**Keywords:** arteriovenous fistula dysfunction; central vein obstruction; endovascular recanalization; balloon angioplasty.

**For citation:** Oganessian O.A., Bukhtoyarov A.Yu., Lyaskovskiy K.O., Volkolup O.S., Bogdan A.P., Gabriel' S.A., Durlshter V.M., Oganessian A.A. Endovascular treatment of disfunctional arteriovenous fistula due to central veins obstruction. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 297–303 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-297-303

**For correspondence:** Oganessian A. Oganessian; E-mail: oganessian\_oa@mail.ru

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

Received July 30, 2020  
 Accepted August 11, 2020

## Введение

Во всем мире наблюдается рост числа пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек [1]. Большинству больных проводится заместительная терапия методом гемодиализа [1, 2]. Выживаемость и качество жизни больных, нуждающихся в гемодиализе, зависят от функционирования сосудистого доступа [2, 3]. Оптимальным сосудистым доступом считается артериовенозная фистула (АВФ) [4]. Обструкция на уровне брахиоцефальных вен – частая причина дисфункции АВФ [5–7]. Согласно современным рекомендациям общества National Kidney Foundation/Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (NKD/KDOQI), The American College of Radiology (ACR), Society of Interventional Radiology (SIR), эндоваскулярная хирургия ввиду своей малой инвазивности, достаточно высокой эффективности, низких показателей летальности и осложнений является «золотым стандартом» лечения при дисфункции АВФ вследствие сосудистой обструкции [2, 8, 9].

Эндоваскулярные операции на центральных брахиоцефальных венах выполняются в России в единичных медицинских центрах. В Краснодарском крае такие операции осуществляются только в Краевой клинической больнице № 2.

В данной статье описан случай успешного эндоваскулярного лечения дисфункции АВФ вследствие обструкции центральных брахиоцефальных вен.

## Описание случая\*

Пациентка Б., 82 года, поступила в сентябре 2019 г. с жалобами на выраженный отёк правой верхней конечности, из-за чего движения в конечности были ограничены и пациентка не могла себя обслуживать. С 2010 г. находилась на программном гемодиализе. Неоднократно оперирована по поводу дисфункции АВФ на обеих руках. Также в обе внутренние яремные и подключичные вены многократно устанавливались центральные венозные катетеры для гемодиализа. В течение последних 1,5 лет гемодиализ осуществлялся через функционирующую АВФ на правой руке. Нарастание отёка за последние 4 мес вызвало технические сложности при проведении гемодиализа (трудности катетеризации, длительный гемостаз), увеличение рециркуляции и снижение эффективности процедуры гемодиализа. При осмотре отмечен вы-

\* Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declaration Helsinki). От пациентки получено добровольное информированное согласие на публикацию клинического случая.

раженный плотный отёк всей правой верхней конечности, АВФ на правом предплечье практически не пальпировалась (рис. 1).

При ультразвуковом триплексном сканировании (УЗТС) была заподозрена окклюзия правой подключичной вены, гемодинамически значимой обструкции в области артериовенозного анастомоза не определялось. На компьютерной томографической ангиографии (КТ-ангиография) визуализировались окклюзированная правая подключичная вена диаметром 14–15 мм и стенозированная правая плечеголовная вена (рис. 2).



Рис. 1. Выраженный отек правой верхней конечности

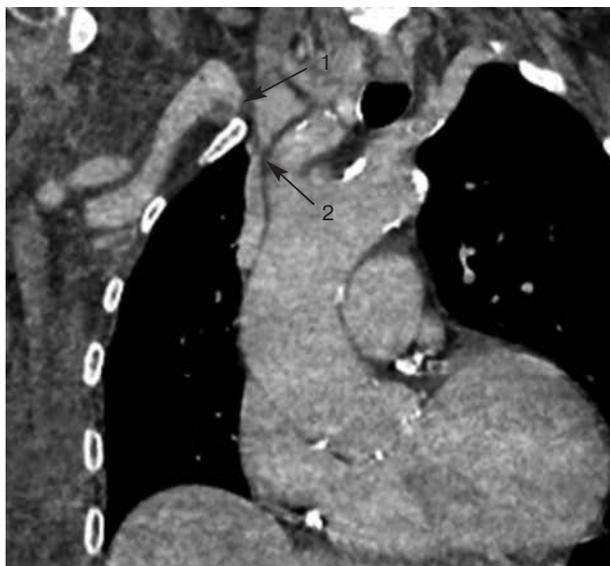


Рис. 2. КТ-ангиограмма: 1 – окклюзия правой подключичной вены, 2 – стеноз правой плечеголовной вены

Учитывая важность АВФ для данной больной, сложности установки центрального венозного катетера для гемодиализа и формирования нового сосудистого доступа, коллегиально было принято решение провести попытку эндоваскулярной реканализации правой подключичной вены и баллонной ангиопластики правой плечеголовной вены.

Оперативное вмешательство осуществлялось под местной анестезией. Был выполнен пункционный доступ в АВФ на правом предплечье с установкой интродьюсера Prelude 6 F (MERITMEDICAL, США). Для проведения более безопасного доступа АВФ была предварительно промаркирована при УЗТС (см. рис. 1), так как в связи с выраженным отеком выполнить пункцию представлялось затруднительным. На флебографии подтверждена окклюзия правой подключичной вены с выраженным коллатеральным кровотоком, диаметр подключичной вены дистальнее окклюзии составлял 14 мм (рис. 3).

Многочисленные попытки провести проводники различной степени жесткости через зону окклюзии в истинный просвет правой плечеголовной вены оказались безуспешны. Был осуществлен пункционный доступ через правую общую бедренную вену с установкой катетера MP-1 8 F (MERITMEDICAL, США) в правую

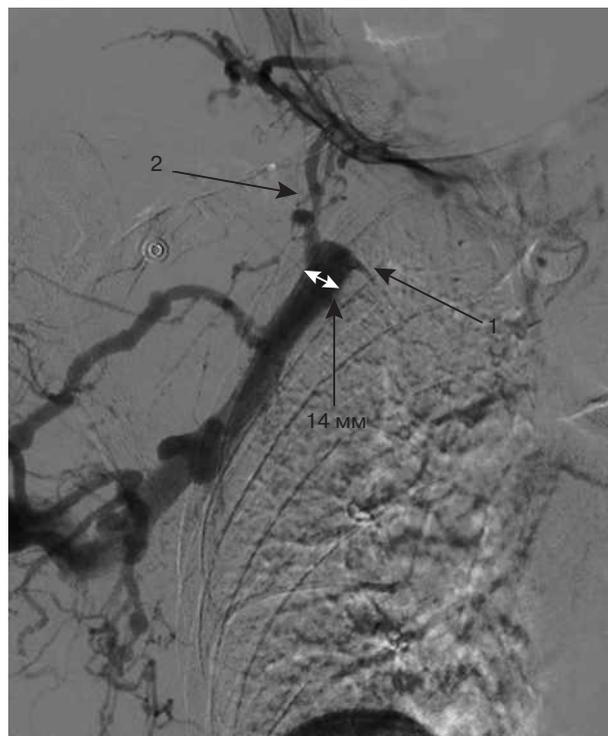


Рис. 3. Флебограмма: 1 – окклюзия правой подключичной вены, 2 – коллатерали

плечеголовную вену. На синхронной флебографии были визуализированы протяженность окклюзии подключичной вены и стеноз правой плечеголовной вены (рис. 4).

Используя в качестве ориентира катетер в правой плечеголовной вене, гидрофильный проводник MERIT LAUREATE 0.035 (MERIT-MEDICAL, США) при поддержке катетера VERT-5F (MERITMEDICAL, США) удалось провести через зону окклюзии правой подключичной вены. Проводник был заведен в просвет нижней полой вены для создания адекватной поддержки, однако попытки завести баллонный катетер Armada 6,0×60 мм (Abbott Vascular, США) в зону окклюзии оказались безуспешными. Также безуспешными были попытки завести диагностический катетер 5 F через зону окклюзии для смены гидрофильного проводника на более жесткий проводник. Бедренным доступом заведена ловушка Amplatz GooseNeck Snare Kit 30 мм (EV3, США) в нижнюю полую вену. Кончик гидрофильного проводника был захвачен и выведен через бедренный интродьюсер наружу, после чего гидрофильный проводник заменен на жесткий проводник Amplatz Super Stiff 0.035 (Boston Scientific, США), кончик которого был зафиксирован зажимом. Сформированная «петля» создала достаточную поддержку для дальнейшего заведения инструментария (рис. 5).



Рис. 4. Синхронная флебограмма: 1 – правая подключичная вена, 2 – зона окклюзии, 3 – стеноз правой плечеголовной вены, 4 – внутренняя яремная вена

Перед баллонной дилатацией внутривенно был введен гепарин в дозировке 5000 ЕД. Выполнена дилатация зоны окклюзии правой подключичной вены и места стеноза правой плечеголовной вены баллонным катетером Armada 6,0×60 мм (Abbott Vascular, США) под давлением 10 атм. Целью данной дилатации являлось создание просвета для заведения баллонного катетера большего диаметра. Ограничиваться дилатацией баллонным катетером диаметром 6 мм не планировалось, так как этого недостаточно для получения удовлетворительного непосредственного и отдаленного результатов [2, 9]. Затем была выполнена дилатация подключичной и плечеголовной вен некомплаенсным баллонным катетером Atlas Gold 14×60 мм (BARD) под высоким давлением в 20 атм (рис. 6).

Дилатация баллонным катетером большего диаметра сопровождалась дискомфортом, из-за чего потребовалось введение наркотических анальгетиков. На контрольной флебографии определялось восстановление кровотока по центральным брахиоцефальным венам, признаков экстравазации и гемодинамически значимых диссекций не наблюдалось. Остаточный стеноз 30% и отсутствие контрастирования коллатералей свидетельствовали об удовлетворительном результате после баллонной дилатации (рис. 7).

Был выполнен мануальный гемостаз. Продолжительность операции составила 2 ч, было введено 400 мл контрастного препарата, поглощённая доза облучения составила 2243 мГр. Гемодиализ через оперированную АВФ был проведен в течение 24 ч после операции, протекал

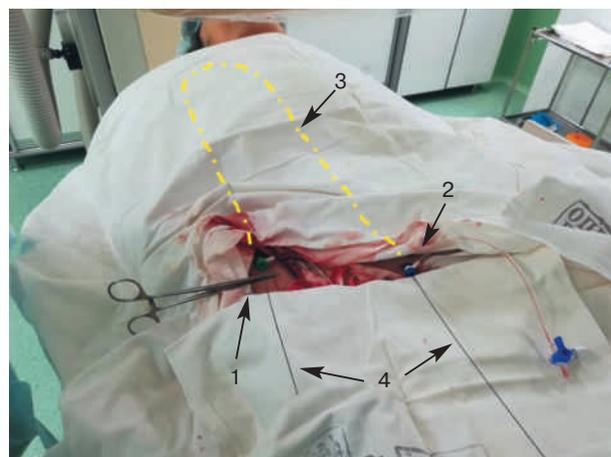


Рис. 5. Интраоперационное фото: 1 – доступ через АВФ, 2 – бедренный доступ, 3 – «петля» (схематично), 4 – проводник

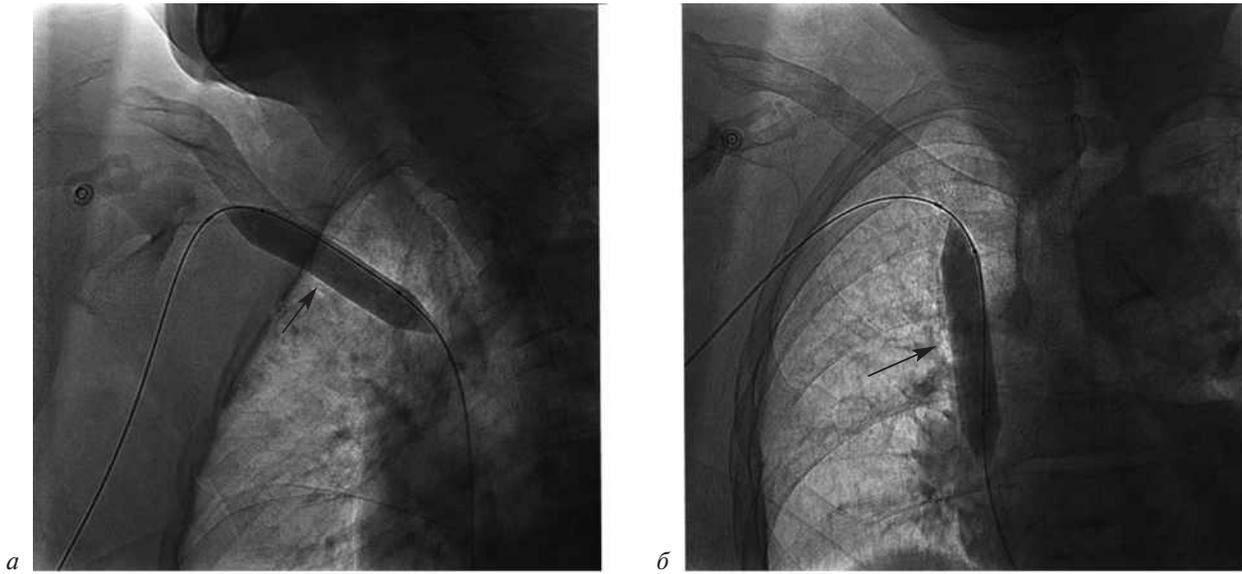


Рис. 6. Рентгенограммы:  
 а – дилатация правой подключичной вены; б – дилатация правой плечеголовной вены



Рис. 7. Флебограмма: 1 – правая подключичная вена, 2 – правая брахиоцефальная вена

без осложнений. На следующее утро пациентка отметила уменьшение отека правой верхней конечности. При осмотре определялось уменьшение плотности отека, появление складок и морщин на коже правой руки, АВФ стала лучше пальпироваться (рис. 8).

Пациентка выписана через двое суток после операции под наблюдение и лечение в условиях



Рис. 8. Правая рука через сутки после операции

диализного центра по месту жительства. Была назначена антикоагулянтная терапия (ривароксабан 20 мг 1 раз в сутки, 6 мес). В течение следующих 2 нед отмечалась положительная динамика – выраженное уменьшение отечности правой верхней конечности с восстановлением



Рис. 9. Правая верхняя конечность через 2 нед после операции

двигательной активности в полном объеме (рис. 9). Программный гемодиализ через АВФ проходил без осложнений.

### Обсуждение

Обструкция центральных брахиоцефальных вен у пациентки в нашем клиническом случае привела к дисфункции АВФ и выраженному отеку ипсилатеральной верхней конечности. Наиболее простым симптоматическим лечением могло быть разобщение АВФ, что привело бы к уменьшению отека и восстановлению функции конечности. Однако во многих случаях, как и в приведенном нами, это неприемлемо, поскольку ведет к потере АВФ. Учитывая многократные реконструкции АВФ на обеих руках, формирование новой АВФ представлялось затруднительным. Шунтирующие операции практически не применяются в связи с неудовлетворительными результатами [10]. Поэтому коллегиально была выбрана эндоваскулярная тактика лечения.

Согласно рекомендациям NKD/KDOQI/ACR/SIR, эндоваскулярная операция показана при любых нарушениях функционирования АВФ (неэффективный гемодиализ, сложности при канюляции, длительный гемостаз, отек конечности и т. д.) в сочетании с сосудистой обструкцией более 50%, по ангиографическим данным [2, 8, 9].

Реканализация брахиоцефальных вен относится к технически сложным эндоваскулярным операциям. Частота успеха, по различным данным, составляет 70–100% [6, 7, 11]. Ключевым является этап заведения проводника через зону окклюзий, что не всегда удается, несмотря на богатый арсенал эндоваскулярного инструментария. Сложности могут возникнуть также на этапе баллонной дилатации из-за высокой ри-

гидности стеноза. В таком случае целесообразно применять специальные некомплаенсные (жесткие) баллонные катетеры, которые позволяют дилатировать стенозы под высоким давлением. Залогом оптимального отдаленного результата является полное расправление баллонного катетера максимально возможного диаметра [2, 9]. Поэтому нами проведена тщательная оценка диаметра вены по данным КТ-ангиографии и флебографии, чтобы уменьшить риск разрыва вены. Удовлетворительным считается остаточный стеноз 30% после баллонной дилатации [2, 8, 9].

Стентирование центральных брахиоцефальных вен пока не имеет преимуществ по сравнению с баллонной ангиопластикой в отдаленном периоде [2, 12]. Учитывая возможные недостатки стентирования (поломка и миграция стентов, трудности при повторных реканализациях стентированных сегментов, стоимость и т. д.), баллонная ангиопластика остается «золотым стандартом» при эндоваскулярных вмешательствах у такой категории больных [2, 8]. Стентирование является методом выбора при возникновении перфорации, гемодинамически значимой диссекции после баллонной ангиопластики [12].

В последнее время в эндоваскулярную хирургию периферических артерий начинает внедряться технология применения баллонных катетеров с лекарственным покрытием (БЛП). Имеются литературные данные о том, что использование БЛП при лечении симптомных обструкций центральных брахиоцефальных вен позволяет уменьшить частоту рестенозов и увеличить период до повторной интервенции по сравнению со стандартной баллонной ангиопластикой [13]. Но на данный момент не производятся БЛП большого диаметра (более 12 мм). Поэтому применение БЛП в данном случае мы не рассматривали.

### Заключение

Эндоваскулярная хирургия позволяет сохранить и продлить функционирование АВФ у больных, находящихся на программном гемодиализе. Это дает возможность улучшить качество и продлить жизнь таких пациентов. Баллонная ангиопластика является методом выбора при лечении дисфункций АВФ вследствие сосудистой обструкции. Реканализация окклюзий центральных брахиоцефальных вен может быть сопряжена со сложностями.

## Литература [References]

1. Hu H., Patel S., Hanish J.J., Santana J.M., Hashimoto T., Bai H. et al. Future research directions to improve fistula maturation and reduce access failure. *Semin. Vasc. Surg.* 2016; 29 (4): 153–71. DOI:10.1053/j.semvascsurg.2016.08.005
2. Dariushnia S.R., Walker T.G., Silbezweig J.E., Annamalai G., Krishnamurthy V., Mitchell J.W. et al. Quality improvement guidelines for percutaneous image-guided management of the thrombosed or dysfunctional dialysis circuit. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2016; 27 (10): 1518–30. DOI: 10.1016/j.jvir.2016.07.015
3. Lok C.E., Foley R. Vascular access morbidity and mortality: trends of the last decade. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2013; 8 (7): 1213–9. PubMed: 23824198
4. Ravani P., Palmer S.C., Oliver M.J., Quinn R.R., MacRae J.M., Tai D.J. et al. Associations between hemodialysis access type and clinical outcomes: a systematic review. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2013; 24 (3): 465–73. PubMed: 23431075
5. Krishna V.N., Eason J.B., Allon M. Central venous occlusion in the hemodialysis patient. *Am. J. Kidney Dis.* 2016; 68: 803–7. DOI: 10.1053/j.ajkd.2016.05.017
6. Modabber M., Kundu S. Central venous disease in hemodialysis patients: an update. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2013; 36: 898–903. DOI: 10.1007/s00270-012-0498-6
7. Карданахшвили З.Б., Зулкарнаев А.Б. Стеноз центральных вен и методы его лечения у больных на гемодиализе. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2019; 21 (2): 59–68. DOI: 10.15825/1995-1191-2019-2-59-68
8. [Kardanakhshvili Z.B., Zulkarnaev A.B. Central venous stenosis and methods of its treatment in hemodialysis patients. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs.* 2019; 21 (2): 59–68 (in Russ.). DOI: 10.15825/1995-1191-2019-2-59-68]
9. <https://www.kidney.org/professionals/guidelines/hemodialysis2015>
10. <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Dysfunc-DialysisMgmt.pdf>
11. Saravana K.S., Zainal A.A. Extra-anatomical veno-venous surgical bypass for central vein occlusion in patients with ipsilateral arterio-venous fistula (AVF) for haemodialysis: a single centre experience. *Med. J. Malaysia.* 2017; 72: 3–6.
12. Krycinska R., Trznadel A., Kuchalska P., Lis M., Dotega-Kozierowski B., Dys K. et al. Brachiocephalic vein stenting and body-floss technique as a treatment of CVD in dialysis-dependent patient: case report and literature review. *Pol. J. Radiol.* 2015; 80: 247–5. DOI: 10.12659/PJR.893358
13. McLennan G. Stent and stent-graft use in arteriovenous dialysis access. *Semin. Intervent. Radiol.* 2016; 33: 10–4. DOI: 10.1055/s-0036-1571806
14. Kitrou P.M., Papadimitos P., Spiliopoulos S., Katsanos K., Christeas N., Brountzos E. et al. Paclitaxel-coated balloons for the treatment of symptomatic central venous stenosis in dialysis access: results from a randomized controlled trial. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2017; 28 (6): 811–7. DOI: 10.1016/j.jvir.2017.03.007

© Коллектив авторов, 2020

УДК [616.831+616.127-055.8]-089.844

## Успешное симультанное эндоваскулярное лечение острого ишемического инсульта и острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST

*С.В. Шендеров<sup>1</sup>, Е.А. Курникова<sup>1</sup>, М.В. Тугбаев<sup>1</sup>, А.В. Савелло<sup>2</sup>, Е.Л. Беляева<sup>1</sup>, Е.Г. Кармазанашвили<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> СПб ГБУЗ «Городская больница № 26», ул. Костюшко, 2, С.-Петербург, 196247, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», ул. Академика Лебедева, 6, С.-Петербург, 194044, Российская Федерация

Шендеров Сергей Валерьевич, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-1588-8730

Курникова Елена Анатольевна, канд. мед. наук, кардиолог; orcid.org/0000-0002-6405-1646

Тугбаев Михаил Владимирович, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-5975-3467

Савелло Александр Викторович, доктор мед. наук, профессор, заместитель начальника кафедры нейрохирургии; orcid.org/0000-0002-1680-6119

Беляева Елена Леонидовна, канд. мед. наук, заместитель главного врача по медицинской части; orcid.org/0000-0001-5406-8965

Кармазанашвили Евгений Гурамович, специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-7656-1603

Методики чрескожной транслюминальной реканализации различных артериальных бассейнов доказали свою эффективность и безопасность, получили широкое распространение по всему миру. Однако симультанное применение тромбэкстракции из церебральных артерий и выполнение реваскуляризации коронарных артерий является крайне редким видом оперативного вмешательства. Представленный клинический случай демонстрирует возможность эффективной механической тромбэкстракции при остром нарушении мозгового кровообращения по ишемическому типу и выполнения чрескожного коронарного вмешательства при остром инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт; острый инфаркт миокарда; эндоваскулярная реканализация; тромбоаспирация; механическая тромбэкстракция; чрескожное коронарное вмешательство.

**Для цитирования:** Шендеров С.В., Курникова Е.А., Тугбаев М.В., Савелло А.В., Беляева Е.Л., Кармазанашвили Е.Г. Успешное симультанное эндоваскулярное лечение острого ишемического инсульта и острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (3): 304–11. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-304-311

**Для корреспонденции:** Шендеров Сергей Валерьевич; E-mail: s.shenderov@mail.ru

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

Поступила 17.07.2020  
Принята к печати 28.07.2020

## Successful endovascular treatment of acute ischemic stroke and ST-elevation myocardial infarction

*S.V. Shenderov<sup>1</sup>, E.A. Kurnikova<sup>1</sup>, M.V. Tugbaev<sup>1</sup>, A.V. Savello<sup>2</sup>, E.L. Belyaeva<sup>1</sup>, E.G. Karmazanashvili<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> City Hospital No. 26, St. Petersburg, 196247, Russian Federation

<sup>2</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, 194044, Russian Federation

Sergey V. Shenderov, Cand. Med. Sc., Head of Department of Radiosurgical Methods of Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0002-1588-8730

Elena A. Kurnikova, Cand. Med. Sc., Cardiologist; orcid.org/0000-0002-6405-1646

Mikhail V. Tugbaev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5975-3467

Aleksandr V. Savello, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Head of Department of Neurosurgery; orcid.org/0000-0002-1680-6119

Elena L. Belyaeva, Cand. Med. Sc., Deputy Chief Physician for Medical Affairs; orcid.org/0000-0001-5406-8965  
Evgeniy G. Karmazanashvili, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-7656-1603

Methods of percutaneous vascular recanalization of various arterial territories have proven their effectiveness and safety, and widely used around the world. However, the simultaneous use of thrombectomy from cerebral arteries and performing revascularization of the coronary arteries is an extremely rare type of surgical intervention. The presented clinical

cal case demonstrates the possibility of effective mechanical thrombextraction in acute ischemic stroke and percutaneous coronary intervention in ST-elevation myocardial infarction.

**Keywords:** ischemic stroke; acute myocardial infarction; endovascular recanalization; tromboaspiration; mechanical thrombextraction; percutaneous coronary intervention.

**For citation:** Shenderov S.V., Kurnikova E.A., Tugbaev M.V., Savello A.V., Belyaeva E.L., Karmazanashvili E.G. Successful endovascular treatment of acute ischemic stroke and ST-elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (3): 304–11 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-3-304-311

**For correspondence:** Sergey V. Shenderov; E-mail: s.shenderov@mail.ru

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

Received July 17, 2020  
Accepted July 28, 2020

## Введение

В настоящее время острый инфаркт миокарда (ОИМ) и острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) являются ведущими причинами смертности и инвалидизации в Российской Федерации [1, 2]. При этом сочетание данных заболеваний у одного пациента – крайне неблагоприятный прогностический фактор, увеличивающий уровень госпитальной летальности [3]. Согласно литературным данным, частота выявления ОИМ и ОНМК по ишемическому типу у одного пациента в первые 24 ч заболевания варьирует от 0,52 до 3,7% [4, 5], достигая у пациентов старших возрастных групп 12,7% [6], а в течение 14 дней от начала заболевания данный показатель составляет от 1,3 до 12,8% [7, 8]. Однако своевременная диагностика острой коронарной патологии у некоторых пациентов с ОНМК зачастую затрудняется в связи с афазией и изменением восприятия боли [9], а также электрокардиографическими изменениями, ассоциированными с ишемическим инсультом [10].

Одной из значимых проблем у данной категории пациентов является выбор оптимальной стратегии ведения, и если в случае метахронного (тромбоз одного артериального бассейна предшествует другому) развития ОНМК и ОИМ очевидно, что медицинская помощь будет сосредоточена на первичном событии в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями (например, проведение чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) при остром коронарном синдроме с элевацией сегмента ST при первичном его развитии) [11, 12], то при синхронном (одновременно развивающийся тромбоз двух артериальных бассейнов) или почти синхронном развитии данных событий четкие рекомендации по оптимальному ведению соответствующей категории пациентов отсутствуют [13]. Во многом данный факт обуслов-

лен крайне низкой частотой синхронного развития ОИМ и ОНМК, составляющей менее 0,01% [12].

Представляем вашему вниманию описание случая успешного симультанного эндоваскулярного лечения острого ишемического инсульта (ОИИ) и острого инфаркта миокарда с подъёмом сегмента ST.

## Описание случая

Пациентка Ф., 47 лет, доставлена 07.02.2020 г. в Городскую больницу № 26 бригадой скорой медицинской помощи с диагнозом «острое нарушение мозгового кровообращения».

Из анамнеза болезни, уточненного со слов лиц, сопровождавших больную, известно, что около 01 ч 00 мин ночи (за 10 ч до поступления в стационар) у пациентки появились нарушения движений в правых конечностях в виде их слабости, «невозможности контролировать движения», а также нарушения артикуляции, в связи с чем больная обратилась за медицинской помощью. При измерении артериального давления (АД) выявлено его повышение до 190/100 мм рт. ст., от предложенной госпитализации категорически отказалась. Впоследствии ввиду выраженной отрицательной динамики – развития правостороннего гемипареза повторно вызвала скорую медицинскую помощь, в ходе осмотра у пациентки развилась сенсорно-моторная афазия, больная была госпитализирована.

Из анамнеза жизни известно, что с 40-летнего возраста пациентка знает о наличии артериальной гипертензии, АД не контролирует, регулярной антигипертензивной терапии не получает, 5 лет страдает сахарным диабетом II типа, рекомендованной диеты не придерживается, постоянно получает гипогликемическую терапию в виде глюкованса 5/500 мг, гликемию не контролирует, курит с 18 лет 0,5–1 пачку в день.

На момент осмотра при поступлении пациентка продуктивному контакту была недоступна в связи с сенсорно-моторной афазией. При объективном осмотре состояние расценено как тяжелое, пациентка в сознании, отмечался неврологический дефицит в объеме грубой сенсорно-моторной афазии, парвостороннего гемипареза, что соответствовало 20 баллам по шкале NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale). Кожный покров и видимые слизистые оболочки обычной окраски, температуры и влажности, чистые. Периферических отеков нет. Телосложение нормостеническое. Питание повышенное (избыток массы тела – индекс массы тела  $26,2 \text{ г/м}^2$ ). Пульс 70 в минуту, ритмичный, удовлетворительного наполнения, не напряжен. Перкуторно границы сердца не расширены. Тоны сердца приглушены, ритмичные. АД 150/80 мм рт. ст. – на левой и 130/80 мм рт. ст. – на правой руке. Перкуторно над легкими ясный легочный звук, дыхание жесткое, проводится над всей поверхностью легких, хрипы не выслушиваются, частота дыхания 16 в минуту, сатурация кислорода 98%. Живот увеличен в объеме за счет подкожно-жировой клетчатки, мягкий, безболезненный при пальпации во всех отделах.

При лабораторно-инструментальном обследовании получены следующие результаты. Клинический анализ крови: умеренный лейкоцитоз ( $11,6 \times 10^9/\text{л}$ ) без сдвига лейкоцитарной формулы до юных форм, патологии эритроцитарного и мегакариоцитарного ростков кроветворения не выявлено. Биохимический анализ крови: гипергликемия (16,86 ммоль/л), незначительное повышение уровня АСТ (46,7 Ед/л), дислипидемия (общий холестерин (ОХС) 6,73 ммоль/л, липопротеины низкой плотности (ЛПНП) 4,69 ммоль/л, липопротеины очень низкой

плотности 0,94 ммоль/л, липопротеины высокой плотности 1,1 ммоль/л, триглицериды 2,07 ммоль/л), по остальным показателям – без патологических изменений. Коагулограмма – без патологических изменений. Отмечалось повышение уровня маркеров некроза миокарда: КФК-МВ – до 42,2 Ед/л, тропонина I – до 3,01 нг/мл.

На ЭКГ регистрировались синусовый ритм с ЧСС 63 уд/мин, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, очаговые изменения миокарда в области нижней стенки левого желудочка (ЛЖ), соответствующие острой стадии инфаркта миокарда (патологический зубец Q и элевация сегмента ST в отведениях II, III, aVF, реципрокные изменения в V2-4).

По данным трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ), камеры сердца не расширены, наблюдаются умеренная гипертрофия миокарда ЛЖ с его диастолической дисфункцией I типа, зоны нарушения локальной сократимости миокарда в виде гипокинезии нижней стенки ЛЖ, глобальная сократимость миокарда ЛЖ незначительно снижена (фракция выброса ЛЖ по Симпсону (ФВ ЛЖ (S)) – 51%), функция клапанного аппарата не нарушена.

При компьютерной томографии (КТ) головного мозга выявлена сформировавшаяся зона ишемического инсульта в бассейне левой средней мозговой артерии (ЛСМА) (рис. 1).

При КТ-ангиографии брахиоцефальных артерий (БЦА) в сегменте С1 левой внутренней сонной артерии (ЛВСА) визуализирован центрально расположенный дефект контрастирования протяженностью до 12 мм (рис. 2).

Учитывая время от начала заболевания, наличие сформированного очага ишемии в головном мозге, с целью определения дальнейшей тактики ведения пациентки была проведена



Рис. 1. Нативная компьютерная томография головного мозга: аксиальный (а), сагитальный (б) и коронарный (в) срезы. Пунктиром отмечена зона ишемического инсульта в бассейне ЛСМА

КТ-перфузия головного мозга, по данным которой в левой лобной доле выявлен участок гипоперфузии объемом 118 мл с формированием зоны ядра (участок со сниженным объемом кровотока) объемом до 54 мл, что составило около 50% от зоны гипоперфузии.

На основании клинико-инструментальной картины заболевания сформировано следующее представление о состоянии больной: у пациентки с наличием факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (сахарный диабет, артериальная гипертензия, курение, дислипидемия) отмечается синхронное развитие острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу в бассейне ЛСМА и острого инфаркта миокарда с элевацией сегмента ST в области нижней стенки ЛЖ от 07.02.2020 г.; учитывая тип острого инфаркта миокарда и сроки его развития (менее 12 ч), данные КТ-перфузии головного мозга, принято решение о выборе инвазивной стратегии лечения – выполнении церебральной и коронарной ангиографии с последующим определением объема вмешательства. Имеющиеся структурные изменения головного мозга обуславливали высокий риск геморрагической трансформации ишемического очага, что определило выбор первично двухкомпонентной антитромботической терапии – сочетанное применение эноксапарина натрия (в рамках сопровождения инвазивных вмешательств – однократное внутривенное болюсное введение 30 мг с последующим подкожным введением в дозировке 1 мг/кг) и клопидогрела (нагрузочная дозировка 300 мг).

Экстренно (через 50 мин после поступления пациентки в стационар) выполнена церебраль-



Рис. 2. Компьютерная ангиография брахиоцефальных артерий. В сегменте С1 ЛВСА визуализирован центрально расположенный дефект контрастирования протяженностью до 12 мм (стрелки)

ная ангиография, выявлены признаки наличия пристеночного, неокклюзирующего тромба в устье и клиновидном сегменте ЛВСА со стенозированием просвета до 80–85%, интракраниальный кровоток mTICI 3 (рис. 3).

При коронарной ангиографии диагностированы субокклюзия в среднем сегменте правой коронарной артерии (ПКА), диффузное поражение передней межжелудочковой артерии с максимальным стенозированием до 60–65% (рис. 4).

Учитывая выявленное поражение венечных артерий, принято решение о симультанном ха-

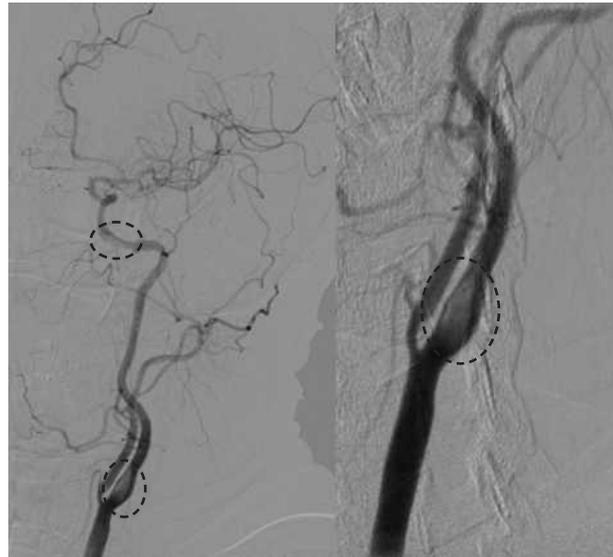


Рис. 3. Субтракционная церебральная ангиография (LAO 60°). Неокклюзирующий тромбоз шейного сегмента ЛВСА (отмечено пунктиром)



Рис. 4. Коронарная ангиография (LAO 35°). Субокклюзирующее поражение в среднем сегменте ПКА (отмечено пунктиром)

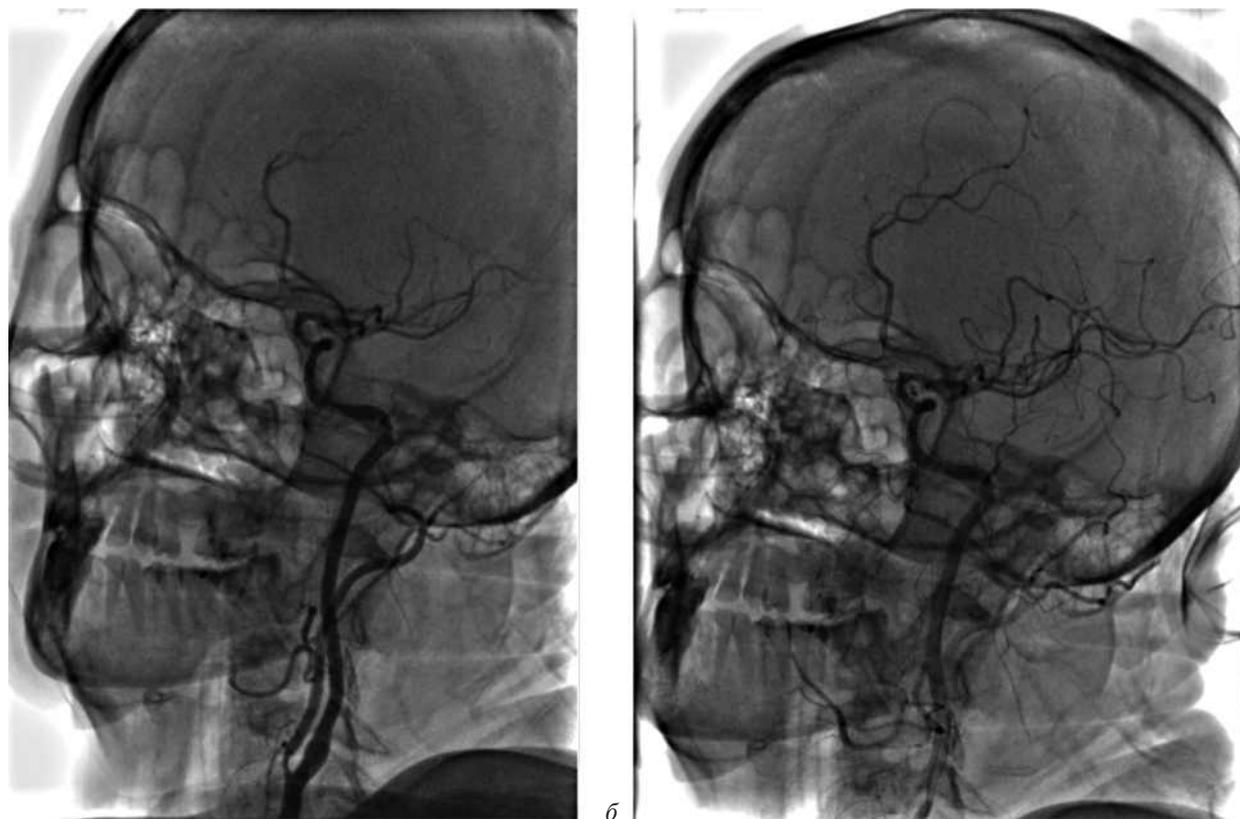


Рис. 5. Церебральная ангиография (LAO 60°) (а, б). Восстановление кровотока по ЛВСА до mTICI 3

рактуре лечебного инвазивного вмешательства с первичным вмешательством в бассейне ЛВСА.

Выполнена последовательная тромбоаспирация катетером Sofia 6 Fr (MicroVention, Tegumo) из шейного и клиновидного сегментов, получены темно-красные тромбы. На контрольной ангиографии: устье ЛВСА без признаков тромбоза, сохраняется пристеночный тромб в клиновидном сегменте, со стенозированием просвета до 70–75%. Выполнено 2 тракции стент-ретривером Solitaire 6×30 мм (Medtronic) по методике SAVE. Получен фрагмент тромба на ретривере. На контрольной ангиографии: кровотоки в бассейне ЛВСА на уровне mTICI 3, сохраняются признаки пристеночного тромба в кавернозном сегменте с гемодинамически незначимым стенозированием просвета артерии (рис. 5).

Вторым этапом проведено стентирование среднего сегмента ПКА с имплантацией одного стента с лекарственным покрытием 3,5×15 мм (рис. 6).

Через 24 ч после проведения инвазивных вмешательств на контрольной КТ головного мозга регистрировалась картина ишемического инсульта в бассейне ЛСМА, КТ-признаки геморрагической трансформации отсутствовали,

расширения зоны инфаркта головного мозга не выявлено (рис.7). Клинически отмечалась выраженная положительная динамика в виде уменьшения неврологического дефицита до 7 баллов по шкале NIHSS.

На фоне проводимой комплексной терапии (антиромботической (низкомолекулярные гепарины (эноксапарин натрия), ингибиторы P<sub>2</sub>Y<sub>12</sub>-рецепторов тромбоцитов (клопидогрел), ацетилсалициловая кислота (прием начат после выполнения контрольной КТ головного моз-



Рис. 6. Коронарная ангиография (LAO 35°). Результат ЧКВ (зона стентирования отмечена пунктиром)



Рис. 7. Контрольная компьютерная томография головного мозга через 24 ч: аксиальный (а), сагиттальный (б) и корональный (в) срезы. Зона ишемического инсульта в бассейне ЛСМА (отмечена пунктиром), признаки геморрагической трансформации ишемического очага отсутствуют

га)), антигипертензивной (сартаны,  $\beta$ -блокаторы), гиперлипидемической (высокие дозы статинов), гипогликемической (инсулин короткого действия с последующим переходом на пероральные сахароснижающие препараты (метформин + глибенкламид), нейропротекторы)) отмечалась дальнейшая положительная клиническая (снижение степени неврологического дефицита, достижение нормотонии, контроля уровня гликемии) и лабораторно-инструментальная (улучшение глобальной сократимости миокарда, снижение уровня ЛПНП более 50% от исходного уровня) динамика. Так, на контрольной ЭхоКГ через 3-е суток после проведения реваскуляризации миокарда камеры сердца не расширены, умеренная гипертрофия миокарда ЛЖ с его диастолической дисфункцией I типа, зоны нарушения локальной сократимости миокарда в виде гипокинезии нижней стенки ЛЖ, глобальная сократимость миокарда ЛЖ не снижена (ФВ ЛЖ (S) 55%), функция клапанного аппарата не нарушена. ЭКГ-картина, уровень маркеров некроза миокарда соответствовали закономерной динамике развития инфаркта миокарда, уровень ОХС снизился до 4,32 ммоль/л, ЛПНП — до 2,3 ммоль/л. При УЗДГ БЦА, выполненной на 12-е сутки после инвазивного вмешательства, кровотоков по ЛВСА магистральный, достаточный.

На 14-е сутки пациентка выписана в удовлетворительном состоянии на амбулаторное лечение. На момент выписки неврологический дефицит составил 3 балла по шкале NIHSS (сохранились динамическая моторная афазия средней степени, парез правой кисти до 2 баллов), показатель по mRS составил 2 балла, индекс мобильности Ривермид — 14 баллов.

### Обсуждение

В настоящее время нет опубликованных руководств и клинических исследований, посвященных процессу принятия решений при одномоментном развитии острого ишемического инсульта и острого инфаркта миокарда [14, 15]. Доказавшая свою эффективность медикаментозная реперфузионная терапия (внутривенная тромболитическая терапия рекомбинантным тканевым активатором плазминогена (рТАП)) в данной ситуации ограничена различными требованиями к дозе и срокам фибринолитической терапии [16]. Кроме того, более высокая доза и более длительное время инфузии рТАП при лечении ОИМ по сравнению со стандартной дозой при ОИИ могут увеличить риск геморрагической трансформации ишемического очага [16, 17]. Предлагающийся в качестве возможного варианта комбинированный подход к лечению ОИИ — эндоваскулярное вмешательство у отдельных пациентов с окклюзией крупных сосудов после внутривенной тромболитической терапии [18] также имеет ряд ограничений. Так, введение «инсультной дозы» рТАП, недостаточной для реперфузии при ОИМ, приводит к задержке реваскуляризации миокарда [19, 20], что может способствовать развитию осложнений острой коронарной патологии, а в ряде случаев и снижению перфузии головного мозга за счет ухудшения глобальной сократимости миокарда. Именно поэтому эндоваскулярные методики занимают ведущую позицию при лечении данной категории пациентов.

В зависимости от клинико-инструментальной картины заболевания врачи могут сосредоточиться на лечении поражения одного или сразу двух артериальных бассейнов. Очевидно,

что реканализация одного сосудистого бассейна задержит лечение другого, именно поэтому оператору необходимо принять сложное решение: какой артериальный бассейн следует реваскуляризировать в первую очередь, чтобы уменьшить вероятность неблагоприятного исхода; это требует командной работы с участием невролога и кардиолога.

При проведении инвазивного вмешательства следует помнить, что внутривенное введение болюса гепарина и двойная антиагрегантная терапия (аспирин и клопидогрел) при проведении коронарной ангиопластики могут повысить риск геморрагической трансформации очага ишемии, связанной с реканализацией целевого сосуда при ишемическом инсульте [21–27], особенно в случае выполнения предшествующей тромболитической терапии. Именно поэтому решение о выборе той или иной тактики лечения должно быть индивидуализировано. В стационарах, не оборудованных катетеризационными лабораториями, необходимо рассмотреть возможность применения тромболитической терапии (при отсутствии противопоказаний).

### Заключение

Наличие или отсутствие факторов риска эндоваскулярного лечения и/или тромболитической, потенциальная инвалидизация, обусловленная кардиальными или неврологическими причинами, вероятный летальный исход при тяжелом течении ОИМ или ОНМК должны быть заблаговременно оценены для выбора оптимальной тактики ведения пациента.

### Литература [References]

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare) (дата обращения 06.08.2020). [Federal State Statistics Service. (In Russ.). Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare) (accessed 06.08.2020)]
2. Здравоохранение в России. 2017: Стат. сб. М.: Росстат; 2017. [Health care in Russia. 2017: Statistical book. Moscow: Rosstat; 2017 (in Russ.).]
3. Чичкова М.А., Козлова О.С., Аджигитов А.Ю., Чичков А.М. Клинические предикторы развития острого ишемического инсульта у больных с острым инфарктом миокарда. *Современные проблемы науки и образования*. 2016; 5: 123. [Chichkova M.A., Kozlova O.S., Adzhigitov A.Yu., Chichkov A.M. Clinical predictors of the development of acute ischemic stroke in patients with acute myocardial infarction. *Modern Problems of Science and Education*. 2016; 5: 123 (in Russ.).]
4. Witt B.J., Ballman K.V., Brown R.D., Meverden R.A., Jacobsen S.J., Roger V.L. The incidence of stroke after myocardial infarction: a meta-analysis. *Am. J. Med.* 2006; 119: 354.e1–9. DOI: 10.1016/j.amjmed.2005.10.058
5. Mooe T., Eriksson P., Stegmayr B. Ischemic stroke after acute myocardial infarction. A population-based study. *Stroke*. 1997; 28: 762–7.
6. Chin P.L., Kaminski J., Rout M. Myocardial infarction coincident with cerebrovascular accidents in the elderly. *Age Ageing*. 1977; 6 (1): 29–37. DOI: 10.1093/ageing/6.1.29
7. Яхно Н.Н. Болезни нервной системы. Руководство для врачей. В 2 томах. М.: Медицина; 2007; 1. [Yakhno N.N. Neurology. A guide for doctors. Moscow: Meditsina; 2007; 1 (in Russ.).]
8. Симоненко В.Б., Широков Е.А. Профилактическая кардионеврология. СПб: Фолиант; 2008. [Simonenko V.B., Shirikov E.A. Preventive cardioneurology. St. Petersburg: Foliant; 2008 (in Russ.).]
9. Omar H.R., Fathy A., Rashad R., Helal E. Concomitant acute right ventricular infarction and ischemic cerebrovascular stroke; possible explanations. *Int. Arch. Med.* 2010; 3: 25. DOI: 10.1186/755-7682-3-25
10. Goldstein D.S. The electrocardiogram in stroke: relationship to pathophysiological type and comparison with prior tracings. *Stroke*. 1979; 10 (3): 253–9. DOI: 10.1161/01.str.10.3.253
11. Скрыпник Д.В., Манчуров В.Н., Анисимов К.В., Осканов М.Б. Тромбэкстракция из коронарной и церебральной артерий у пациента с острым инфарктом миокарда и ишемическим инсультом эмболической природы. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (4): 461–7. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-4-461-467 [Skrypnik D.V., Manchurov V.N., Anisimov K.V., Oskanov M.B. Successful thrombectomy from coronary and cerebral vessels in a patient with embolic acute myocardial infarction and ischemic stroke. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2018; 5 (4): 461–7. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-4-461-467 (in Russ.).]
12. Leonard L.L., Yeo T.A., Kong W.Y., Benjamin Y.Q., Tan P.P., Anil G. et al. Synchronous cardiocerebral infarction in the era of endovascular therapy: which to treat first? *J. Thromb. Thrombolysis*. 2017; 44 (1): 104–11. DOI: 10.1007/s11239-017-1484-2
13. Maciel R., Palma R., Sousa P. Acute stroke with concomitant acute myocardial infarction: will you thrombolysate? *J. Stroke*. 2015; 17 (1): 84–6.
14. De Silva D.A., Manzano J.J., Chang H.M., Wong M.C. Reconsidering recent myocardial infarction as a contraindication for IV stroke thrombolysis. *Neurology*. 2011; 76: 1838–40.
15. Vassiliou V., Rana B., Goddard M., Braganza D. Acute myocardial infarction and acute stroke: between a rock and a hard place. *Intern. J. Cardiol.* 2015; 180: 214–5.
16. Demaerschalk B.M., Kleindorfer D.O., Adeoye O.M., Demchuk A.M., Fugate J.E., Grotta J.C. et al. Scientific rationale for the inclusion and exclusion criteria for intravenous alteplase in acute ischemic stroke: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*; 2016; 47: 581–641. DOI: 10.1161/str.0000000000000086
17. O’Gara P.T., Kushner F.G., Ascheim D.D., Casey D.E., Chung M.K., de Lemos J.A. et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2013; 127: e362–425. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3182742cf6
18. Powers W.J., Derdeyn C.P., Biller J., Coffey C.S., Hoh B.L., Jauch E.C. et al. American Heart Association/American Stroke

- Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015; 46: 3020–35. DOI: 10.1007/s12028-010-9384-8
19. Morrison L.J., Verbeek P.R., McDonald A.C., Sawadsky B.V., Cook D.J. Mortality and prehospital thrombolysis for acute myocardial infarction: a meta-analysis. *JAMA*. 2000; 283: 2686–92.
  20. Bonnefoy E., Lapostolle F., Leizorovicz A., Steg G., McFadden E.P., Dubien P.Y. et al. Comparison of Angioplasty and Prehospital Thrombolysis in Acute Myocardial Infarction study group. Primary angioplasty versus prehospital fibrinolysis in acute myocardial infarction: a randomised study. *Lancet*. 2002; 360: 825–9.
  21. Powers W.J., Rabinstein A.A., Ackerson T., Adeoye O.M., Bambakidis N.C., Becker K. et al. 2018 guidelines for management of acute ischemic stroke. *Stroke*. 2018; 49 (3): e46–99. DOI: 10.1161/STR.000000000000158
  22. Dávalos A., Cobo E., Molina C.A., Chamorro A., de Miguel M.A., Román L.S. et al. Safety and efficacy of thrombectomy in acute ischemic stroke (REVASCAT): 1-year follow-up of a randomized open-label trial. *Lancet Neurol*. 2017; 16 (5): 369–76. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30047-9
  23. Brott T.G., Haley E.C. Jr, Levy D.E., Barsan W., Broderick J., Sheppard G.L. et al. Urgent therapy for stroke. Part I. Pilot study of tissue plasminogen activator administered within 90 minutes. *Stroke*. 1992; 23 (5): 632–40. DOI: 10.1161/01.str.23.5.632
  24. Haley E.C. Jr, Levy D.E., Brott T.G., Sheppard G.L., Wong M.C. et al. Urgent therapy for stroke. Part II. Pilot study of tissue plasminogen activator administered 91–180 minutes from onset. *Stroke*. 1992; 23 (5): 641–5. DOI: 10.1161/01.str.23.5.641
  25. Levy D.E., Brott T.G., Haley E.C. Jr, Marler J.R., Sheppard G.L., Barsan W., Broderick J.P. Factors related to intracranial hematoma formation in patients receiving tissue-type plasminogen activator for acute ischemic stroke. *Stroke*. 1994; 25: 291–7.
  26. Hacke W., Kaste M., Fieschi C., Toni D., Lesaffre E., von Kummer R. et al. Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. The European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS). *JAMA*. 1995; 274: 1017–25.
  27. Messé S.R., Tanne D., Demchuk A.M., Cucchiara B.L., Levine S.R., Kasner S.E.; Multicenter rt-PA Stroke Survey Group. Dosing errors may impact the risk of rt-PA for stroke: The Multicenter rt-PA Acute Stroke Survey. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis*. 2004; 13 (1): 35–40. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2004.01.001

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Настоящие правила разработаны на основе рекомендаций Высшей аттестационной комиссии, Международного комитета редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors – ICMJE)<sup>1</sup>, Международной инициативной группы по повышению качества и прозрачности медицинских исследований ЭКВАТОР (Enhancing the QUALity and Transparency Of Health Research – EQUATOR – Network), а также методических рекомендаций, подготовленных под редакцией Ассоциации научных редакторов и издателей<sup>2</sup>.

### I. Общие правила

Фактом подачи статьи авторы подтверждают, что они согласны с перечисленными ниже положениями и принципами.

#### I.1. Определение авторства

Авторами статьи могут быть лица, внесшие существенный вклад в работу, доработку или исправление, окончательное утверждение статьи для публикации, а также ответственные за целостность всех частей рукописи. Лица, выполнявшие иную роль в подготовке статьи, могут быть указаны в разделе статьи «Благодарность/Acknowledgements».

Число авторов в оригинальных статьях может быть без ограничений, в обзорах – до 4 авторов, в описаниях отдельных клинических случаев – до 5 авторов<sup>3</sup>.

#### I.2. Конфликт интересов

Авторы обязуются сообщать о любых имеющихся конфликтах интересов.

#### I.3. Финансирование исследований и публикаций

В случае если проведение исследования и/или подготовка статьи имели финансовую поддержку, то необходимо указать источник финансирования. Если финансовой поддержки не было, нужно указать на ее отсутствие.

#### I.4. Плагиат и вторичные публикации

Недопустимо использование недобросовестного текстуального заимствования и присвоение результатов исследований, не принадлежащих авторам подаваемой рукописи.

Проверить статью на оригинальность можно при помощи сервисов <https://www.antiplagiat.ru/> (для русскоязычных текстов) и <http://www.plagiarism.org/> (для англоязычных текстов). Редакция оставляет за собой право проверки поступивших рукописей на плагиат. Текстовое сходство в объеме более 20% считается неприемлемым.

Нельзя направлять в редакцию работы, напечатанные в иных изданиях или отправленные в иные издания.

## II. Правила подачи рукописи в редакцию

### II.1. Форма подачи рукописи

Рукописи, а также сопроводительные документы могут быть поданы в редакцию одним из следующих способов:

– по электронной почте на адрес, указанный на сайте журнала в сети Интернет; текст статьи подается в формате Microsoft Word (см. раздел III), а сопроводительные документы с оригинальными подписями прикрепляются к письму в формате PDF или JPG);

– обычной почтой (1 экз. распечатки рукописи с обязательным приложением электронной версии (в формате Microsoft Word) на CD, а также оригиналы всех необходимых сопроводительных документов).

<sup>1</sup> С подробным изложением пунктов «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов, в частности этических вопросов, можно ознакомиться на сайте [www.ICMJE.org](http://www.ICMJE.org).

<sup>2</sup> Гаспарян А.Ю., Кириллова О.В. (ред.) Обновление инструкции для авторов научных журналов: Методические материалы. Пер. с англ. СПб.; 2015.

<sup>3</sup> Учтывая, что при лечении с применением эндоваскулярных методов может быть использован мультидисциплинарный подход, в нашем журнале допустимо увеличение числа авторов в клинических наблюдениях.

## II.2. Сопроводительные документы

К сопроводительным документам относятся:

- направление на бланке организации с печатью и визой руководителя;
- заявление о подаче рукописи к публикации;
- контрольный лист;
- копия заключения этического комитета относительно исследования (при необходимости);
- заключение официального бюро переводов о соответствии англоязычного и русскоязычного текстов (для авторов, которые хотят опубликовать полный текст статьи и на русском, и на английском языках в электронном варианте).

## II.3. Дополнительные материалы

Редакция журнала принимает от авторов статей любые видео- и аудиоматериалы, призванные помочь читателям более полно раскрыть и понять научное исследование. Это могут быть краткие презентации в стиле вебинара, видеозапись эксперимента или медицинской манипуляции. Дополнительные материалы могут быть размещены в электронной версии журнала.

## III. Правила оформления статей

### III.1. Формат

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman или Arial, **размер шрифта 12, с двойным интервалом между строками**, все поля, кроме левого, шириной 2 см, левое поле 3 см. **Все страницы должны быть пронумерованы.** Автоматический перенос слов использовать нельзя.

### III.2. Язык статьи

К публикации в журнале принимаются рукописи на русском и/или английском языках. В случае если статья написана на русском языке, обязателен перевод на английский язык метаданных статьи: Ф.И.О. авторов, официальные названия учреждений, адреса, название статьи, резюме, ключевые слова, информация для контакта с ответственным автором, а также пристатейный список литературы (References) – см. ниже.

При желании авторы могут предоставить полный текст статьи как на русском, так и на английском языках. Сопровождение перевода заключением любого официального бюро переводов о соответствии англоязычного и русскоязычного текстов обязательно. При наличии полных текстов статей на двух языках в печатной версии журнала публикуется русскоязычный текст, а в электронной версии – оба варианта.

В случае если авторы не предоставили метаданных статьи на английском языке или перевод некачественный, редакция прибегает к услугам переводчика самостоятельно (право выбора переводчика остается за редакцией). Некачественные переводы полных текстов не редактируются и не публикуются.

Редколлегия журнала не несет ответственности за качество перевода, но контролирует сохранение достоверности информации, предоставленной авторами на оригинальном языке.

Статьи зарубежных авторов на английском языке могут публиковаться по решению главного редактора журнала без перевода на русский язык (за исключением названия, резюме и ключевых слов) либо с полным или частичным переводом (названия и подписи к рисункам, таблицам).

### III.3. Титульный лист

Титульный лист должен содержать следующую информацию:

- фамилии, имена, отчества всех авторов с указанием ученой степени, звания, должности и **номера аккаунта на [www.orcid.org](http://www.orcid.org)** (в виде ссылки, например: <http://orcid.org/0000-0000-0000-0000>);
- название статьи;
- полное наименование учреждения, в котором работает каждый автор, в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности;
- почтовый адрес учреждения с указанием индекса;
- контакты ответственного автора: Ф.И.О. полностью, должность, ученая степень, звание и адрес электронной почты.

Если авторов несколько, у каждой фамилии и соответствующего учреждения проставляется цифровой индекс. Если все авторы статьи работают в одном учреждении, указывать место работы каждого автора отдельно не нужно, достаточно указать учреждение один раз. Если у автора несколько мест работы, каждое обозначается отдельным цифровым индексом.

**Титульный лист дублируется на английском языке.** Фамилии авторов рекомендуется транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях (и в аккаунте ORCID), или по системе BGN (Board of

Geographic Names). В отношении организации(ий) важно, чтобы был указан официально принятый английский вариант наименования.

*Образец начала титульного листа*

**К.О. Кириллов<sup>1</sup>, В.В. Начинкин<sup>1</sup>, А.И. Ким<sup>2</sup>, И.А. Юрлов<sup>2</sup>**

**Эпидемиология врожденных пороков сердца и пути оптимизации кардиохирургической помощи**

<sup>1</sup>ГБУЗ «Волгоградский областной клинический кардиологический центр»,  
Университетский пр-т, 106, Волгоград, 400008, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный научно-практический центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева»  
(директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское ш., 135,  
Москва, 121552, Российская Федерация

Кириллов Кирилл Олегович, аспирант; orcid.org/000-...

Начинкин Валерий Викторович, зам. главного врача; orcid.org/000-...

Ким Алексей Иванович, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением; orcid.org/000-...

Юрлов Иван Александрович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр., кардиохирург; orcid.org/000-...

**Для цитирования:** Кириллов К.О., Начинкин В.В., Ким А.И., Юрлов И.А. Эпидемиология врожденных пороков сердца и пути оптимизации кардиохирургической помощи. *Эндоваскулярная хирургия*.

**Для корреспонденции:** Кириллов Кирилл Олегович, E-mail: k.o.kirillov@mail.ru

**Благодарность.** (Если есть.)

**Финансирование.** (Если есть.)

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. *(Или другое.)*

**К.О. Kirillov<sup>1</sup>, V.V. Nachinkin<sup>1</sup>, A.I. Kim<sup>2</sup>, I.A. Yurlov<sup>2</sup>**

**Epidemiology of congenital heart disease and ways of optimization of cardiac surgical care**

<sup>1</sup>Volgograd Regional Clinical Cardiological Centre, Volgograd, 400008, Russian Federation

<sup>2</sup>Bakoulev National Scientific and Practical Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Kirill O. Kirillov, Postgraduate; orcid.org/000-...

Valeriy V. Nachinkin, Deputy Chief Physician; orcid.org/000-...

Aleksey I. Kim, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department; orcid.org/000-...

Ivan A. Yurlov, Cand. Med. Sc., Leading Researcher, Cardiac Surgeon; orcid.org/000-...

**For citation:** Kirillov K.O., Nachinkin V.V., Kim A.I., Yurlov I.A. Epidemiology of congenital heart disease and ways of optimization of cardiac surgical care. *Russian Journal of Endovascular Surgery*.

**For correspondence:** Kirill O. Kirillov; E-mail: k.o.kirillov@mail.ru

**Acknowledgement.** (Если есть.)

**Funding.** (Если есть.)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. *(Или другое.)*

#### **III.4. Резюме**

Резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Резюме доступно на сайте журнала, на сайте Научной электронной библиотеки и индексируется сетевыми поисковыми системами. По резюме к статье читателю должна быть понятна суть исследования, то есть он должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной интересующей его информации.

В резюме должны быть изложены только существенные факты работы. **Для оригинальных статей обязательна структура резюме, повторяющая структуру статьи и включающая цель, материал и методы, результаты, заключение (выводы).** Однако предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Объем текста авторского резюме должен быть **строго 100–250 слов в зависимости от типа статьи.**

Резюме должно сопровождаться несколькими **ключевыми словами** или словосочетаниями, отражающими основную тематику статьи и облегчающими классификацию работы в компьютерных поисковых системах. Ключевые слова на английском языке рекомендуется брать из организованного словаря Medline (MeSH).

**Резюме и ключевые слова должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.**

**ВАЖНО!** Аннотация на английском языке – автономный от статьи источник информации и единственный для англоязычной публики. Чем правильнее составлено резюме, тем больше шансов его достойной оценки англоязычными экспертами.

### **III.5. План построения оригинальных статей**

Структура оригинальных статей должна соответствовать формату **IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion)**: резюме и ключевые слова на русском языке и английском языках; введение, отражающее состояние вопроса к моменту написания статьи; цели и задачи настоящего исследования; материал и методы; результаты; обсуждение; выводы по пунктам или заключение (по желанию авторов); благодарности (если есть); информация о финансовой поддержке работы, грантах (обязательно); указание на конфликт интересов (обязательно); список цитированной литературы.

Во «**Введении**» дается краткий обзор релевантных данных, критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме, обоснование новизны и значимости исследования в глобальном плане (не только в плане данного города или страны), определяются нерешенные вопросы и ставятся четкие сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование. Каждое ключевое слово статьи должно найти отражение во введении. Рекомендуется избегать длинных анализов и длинных исторических экскурсов.

Раздел «**Материал и методы**» должен содержать информацию о том, где и когда проведено исследование; критерии включения и исключения пациентов, опытных животных<sup>4</sup>; описание метода исследования (когортное, проспективное, рандомизированное, ретроспективное, серия наблюдений); детальное описание нового лекарства, метода, модификации, эксперимента, хирургического вмешательства в определенной последовательности; краткое описание протокола (Standard Operating Protocol – SOP)<sup>5</sup>.

Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

В работах, представляющих результаты научных исследований, должны быть использованы современные методы статистической обработки данных, которые необходимо описать в разделе статьи «Материал и методы». Обязательное в статистическом анализе: расчет размера выборки на основе статистической мощности, определение нормальности распределения по Колмогорову–Смирнову или Шапиро–Уилку, детальное представление моделей логистического или линейного регрессионного анализа (детерминанты и коварианты), статистический пакет и версия.

Раздел «**Результаты**» должен быть ясным и лаконичным. Данные следует представлять в абсолютных числах и в процентах, должны быть указаны 95% доверительный интервал (95 ДИ%) и значение *p*. Планки погрешностей требуются на всех точках экспериментальных и расчетных данных с объяснением в тексте того, каким образом эти погрешности были установлены.

Изложение результатов и обсуждения в одном разделе не допускается.

В «**Обсуждении**» дается убедительное объяснение результатов и показывается их значимость. В случае проведения вычислительных исследований полученные результаты должны быть сопоставлены с информацией из опубликованных экспериментальных работ, если подобное возможно.

Нужно указать, являются ли приводимые числовые значения первичными или производными, привести пределы точности, надежности, интервалы достоверности, оценки, рекомендации, принятые или отвергнутые гипотезы, обсуждаемые в статье.

### **III.6. Оформление обзоров**

Желательно, чтобы составление обзоров соответствовало международным рекомендациям по систематическим методам поиска литературы и стандартам. Резюме обзорных статей должны содержать информацию о методах поиска литературы по базам данных. С подробной информацией относительно составления обзоров можно ознакомиться в руководстве PRISMA (Рекомендуемые элементы отчетности для систематического обзора и метаанализа), доступном по ссылке <http://prisma-statement.org>.

### **III.7. Оформление клинических наблюдений**

Клинические наблюдения, оформленные согласно рекомендациям CARE, имеют приоритет. С рекомендациями CARE можно ознакомиться по ссылке <http://care-statement.org>.

<...>

<sup>4</sup> При представлении в печать экспериментальных работ следует руководствоваться «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных». Помимо вида, пола и количества использованных животных, авторы обязательно должны указывать применявшиеся при проведении болезненных процедур методы обезболивания и методы умерщвления животных.

<sup>5</sup> Настоятельно рекомендуется руководствоваться «Едиными стандартами представления результатов и испытаний Экспертной группы CONSORT» (Consolidated Standards of Reporting Trials), с которыми можно ознакомиться здесь: <http://www.consort-statement.org/>

### III.9. Требования к рисункам

#### Общие вопросы

Каждое изображение подается отдельным файлом. Файлы с графическими изображениями должны иметь логические имена (Иванов.Рисунок 1).

В тексте все иллюстрации (фотографии, схемы, диаграммы, графики и т. д.) именуются рисунками. На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые.

В изображении следует применять шрифты Arial или Times New Roman.

Все надписи на рисунках должны быть переведены на русский язык в виде **текстового примечания**.

#### Форматы

Черно-белые и цветные тоновые рисунки должны быть в расширении .tiff и разрешении 300 dpi. Векторная графика – в расширениях .ai, .eps (в версии не выше Adobe Illustrator CS6).

Если электронное графическое изображение создано в приложении Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), то его следует представлять по принципу «как есть» в том же формате, чтобы обеспечить возможность внесения в них изменений.

#### Не следует присылать:

- файлы с очень низким разрешением (например, отформатированные для показа на экране);
- рисунки, опубликованные ранее в других работах авторов (редакция оставляет за собой право проверки рисунков на плагиат через Google Images).

### III.10. Подписи к рисункам и фотографиям

Подписи к рисункам должны содержать исчерпывающий комментарий к изображению, в том числе указание на использованный способ визуализации и представленную проекцию при демонстрации результатов инструментальных диагностических методик, все условные обозначения и аббревиатуры раскрыты. В подписях к микрофотографиям необходимо указывать метод окраски препарата и увеличение окуляра и объектива. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат и единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой.

Если рисунок состоит из нескольких частей, у них должен быть **общий заголовок и отдельные подписи для каждой части**.

### III.11. Оформление таблиц

Сверху справа необходимо обозначить номер таблицы (если таблиц больше, чем одна), ниже дается ее название. Сокращения слов в таблицах не допускаются. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте.

Таблицы можно давать в тексте, не вынося на отдельные страницы. Ссылки на таблицы даются в тексте статьи.

При заимствовании таблицы или рисунка из какого-либо источника оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

<…>

### III.13. Библиографические списки

**Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, которые они представляют.**

В журнале «Эндovasкулярная хирургия» применяется ванкуверский стиль цитирования (в списке литературы ссылки нумеруются **не по алфавиту, а по мере упоминания в тексте**, независимо от языка, на котором дана работа).

В оригинальных статьях желательно цитировать не более 30 источников, в обзорах литературы – не более 60, в других материалах – до 15.

Библиографические ссылки в тексте статьи даются **цифрой в квадратных скобках**. Необходимо убедиться в том, что для всех источников, приведенных в списке литературы, присутствуют ссылки в тексте (и наоборот).

Библиография должна содержать помимо основополагающих работ публикации за последние 5 лет, прежде всего статьи из журналов, ссылки на высокочитруемые источники, в том числе из Scopus и Web of Science. Ссылки должны быть проверяемыми.

Каждый научный факт должен сопровождаться отдельной ссылкой на источник. Если в одном предложении упоминается несколько научных фактов, после каждого из них ставится ссылка (не в конце предложения). При множественных ссылках они даются в порядке хронологии [5–9].

Названия журналов в сокращенном виде должны даваться в соответствии с List of Title Word Abbreviations (перечень сокращений названий): <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>

Ссылки на интернет-источники должны быть надежными и долговечными. Как минимум, следует давать полный URL-адрес и дату, когда ссылка была доступной. Также следует дать любую иную дополнительную информацию, если таковая известна: DOI, имена авторов, даты, ссылки на источники публикации и т. д.

Не следует ссылаться на неопубликованные, ретрагированные (отозванные из печати) статьи. Недопустимо самоцитирование, кроме случаев, когда это необходимо (в обзоре литературы не более 3–5 ссылок).

**Не следует ссылаться на учебники!**

**Не следует ссылаться на диссертации**, а также авторефераты диссертаций, правильнее ссылаться на статьи, опубликованные по материалам диссертационных исследований.

**Документы** (приказы, ГОСТы, медико-санитарные правила, методические указания, положения, постановления, санитарно-эпидемиологические правила, нормативы, федеральные законы) нужно указывать **не в списках литературы, а сносками в тексте.**

В библиографическом описании **книги** (см. образец) важно указать **город и год издания**. Если ссылка дается на главу книги, сначала указываются автор(ы) и название главы, а после – автор(ы) или редактор(ы) и название книги; затем выходные данные.

В библиографическом описании **статьи из журнала** при авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах – **6 первых авторов «и др.»**, в иностранных «et al.»; если упоминаются редакторы, после фамилии в скобках ставится «ред.», в иностранных «Ed.» или «Eds.».

Список литературы должен даваться на языке оригинала (русскоязычные источники кириллицей, англоязычные латиницей) и отдельным блоком (**References**) на латинице для международных баз данных.

Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в блоке References. Русскоязычные фамилии авторов **транслитерируются**. Названия статей, монографий, сборников статей, конференций **переводятся на английский язык** с указанием после выходных данных языка оригинала (in Russ.). Названия русскоязычных источников транслитерируются (см. образец) и переводятся, если перевод названия зарегистрирован в международных базах данных.

**ВАЖНО!** Названия журналов/статей **не следует переводить самостоятельно**, необходимо **копировать** официально документированный перевод, выложенный в архиве **на сайте журнала** или в базе данных **eLibrary.ru**, иначе ссылка будет недействительной!

При подготовке ссылок на статьи, опубликованные в журнале «Эндоваскулярная хирургия», рекомендуется использование данных из титулов статей (блоки «Для цитирования» и For citation).

**Для статей, имеющих цифровой идентификатор Digital Object Identifier (DOI), необходимо его указывать. Проверить наличие DOI статьи можно по ссылке: <http://search.crossref.org>.**

#### Примеры оформления блока «Литература»

##### Статья из журнала:

Бузаев И.В., Плечев В.В., Николаева И.Е. Принятие решения о виде реваскуляризации при стабильной ишемической болезни сердца в сложных клинических случаях. *Эндоваскулярная хирургия*. 2017; 4 (2): 112–24. DOI: 10.24183/2409-4080-2017-4-2-112-124

Веркина Л.М., Телесманич Н.Р., Мишин Д.В., Ботиков А.Г., Ломов Ю.М., Дерябин П.Г. и др. Конструирование полимерного препарата для серологической диагностики гепатита С. *Вопросы вирусологии*. 2012; 1: 45–8.

Aiuti A., Cattaneo F., Galimberti S., Benninghoff U., Cassani B., Callegaro L. et al. Gene therapy for immunodeficiency due to adenosine deaminase deficiency. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (5): 447–58. DOI: 10.1056/NEJMoa0805817

Ortiz H., Wibe A., Ciga M.A., Biondo S. Impact of a multidisciplinary team training programme on rectal cancer outcomes in Spain. *Colorect. Dis.* 2013; 15 (5): 544–51. DOI: 10.1111/codi.12141

##### Статья из электронного журнала:

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am. J. Nurs.* 2002; 102 (6). <http://nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm> (дата обращения 17.10.2013).

##### Интернет-ресурс:

Государственный доклад «О состоянии здоровья населения Республики Коми в 2009 году». <http://www.minzdrav.rkomi.ru/left/doc/docminzdr> (дата обращения 22.03.2011).

APA Style (2011). Available at: <http://apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed February 5, 2011).

##### Книга (монография, сборник):

Медик В.А. Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. М.: Медицина; 2003.

Воробьев А.И. (ред.) Руководство по гематологии. 3-е изд. Т. 3. М.: Ньюдиамед; 2005.  
 Beck S., Klobes F., Scherrer C. Surviving globalization? Perspective for the German economic model. Berlin: Springer; 2005.  
 Michelson A.D. (Ed.) Platelets. 2nd ed. San Diego: Elsevier Academic Press; 2007.  
 Mestecky J., Lamm M.E., Strober W. (Eds.) Mucosal immunology. 3rd ed. New York: Academic Press; 2005.

**Глава из книги:**

Иванова А.Е. Тенденции и причины смерти населения России. В кн.: Осипов В.Г., Рыбаковский Л.Л. (ред.) Демографическое развитие России в XXI веке. М.: Экон-Информ; 2009: 110–31.  
 Silver R.M., Peltier M.R., Branch D.W. The immunology of pregnancy. In: Creasey R.K., Resnik R. (Eds.). Maternal-fetal medicine: Principles and practices. 5th edn. Philadelphia: W.B. Saunders; 2004: 89–109.

**Материалы научных конференций:**

Актуальные вопросы гематологии и трансфузиологии: материалы научно-практической конференции. 8 июля 2009 г. Санкт-Петербург. СПб.; 2009.  
 Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». М.; 2000: 516–9.  
 European meeting on hypertension. Milan, June 15–19, 2007. Milan; 2007.  
 Harnden P., Joffe J.K., Jones W.G. (Eds.) Germ cell tumours V: Proceedings of the 5th Germ cell tumour conference. 2001, Sept. 13–15; Leeds; UK. New York: Springer; 2001.

*Примеры оформления блока **References***

**Статья из журнала:**

Buzaev I.V., Plechev V.V., Nikolaeva I.E. Clinical decision making support for stable ischemic heart disease revascularization strategy in complex cases. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2017; 4 (2): 112–24 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2017-4-2-112-124

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. *Neftyanoe Khozyaystvo (Oil Industry)*. 2008; 11: 54–7 (in Russ.).

**Статья из электронного журнала:**

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *JCMC*. 1999; 5 (2). Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (accessed April 28, 2011).

**Интернет-ресурс:**

State report “On the state of health of the Komi Republic population in 2009”. Available at: <http://www.minzdrav.rkomi.ru/left/doc/docminzdr> (accessed March 22, 2011) (in Russ.).

**Книга (монография, сборник):**

Medik V.A. Population morbidity: history, current status and methodology of study. Moscow: Meditsina; 2003 (in Russ.).

Vorob'ev A.I. (Ed.) Guide on hematology. 3rd ed. Vol. 3. Moscow: N'yudiamed; 2005 (in Russ.).

**Глава из книги:**

Ivanova A.E. Tendencies and courses of Russian population's death. In: Osipov V.G., Rybakovskiy L.L. (Eds.) The demographic development of Russia in XXI century. Moscow: Econ-Inform; 2009: 110–31 (in Russ.).

**Материалы научных конференций:**

Actual issues of hematology and transfusiology: proceedings of scientific and practical conference. July 8, 2009. Saint Petersburg; 2009 (in Russ.).

Salov I.A., Marinushkin D.N. Obstetric tactics for fetal death. In: Proceedings of the 4th Russian Forum “Mother and Child”. Moscow; 2000: 516–9 (in Russ.).

**Автор несет ответственность за правильность библиографических данных.**

При нарушении указанных правил статьи возвращаются авторам на доработку.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

Для первичной экспертизы соответствия статьи настоящим требованиям рукописи необходимо отправлять по адресу: 119049, Москва, Ленинский пр-т, 8, корп. 18, НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева, Зазулину М.В. (E-mail: [izdinsob@yandex.ru](mailto:izdinsob@yandex.ru))