



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**  
Непогодина М.В.

Номер подписан в печать 29.09.2023  
Формат 60×88 1/8  
Печ. л. 15  
Усл. печ. л. 14,7  
Уч.-изд. л. 12,4  
Печать офсетная  
Тираж 1000 экз.

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

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

**Журнал индексируется:**  
Российский индекс  
научного цитирования

ISSN 2409-4080



9 772409 408770 >

Эндоваскулярная хирургия  
2023; 10 (3): 245–364  
**DOI:** 10.24183/2409-4080-2023-10-3

# ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал  
Выходит один раз в три месяца

Основан в 2014 г.

**DOI:** 10.24183/2409-4080

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

## 2023 • Т. 10 • № 3

### Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

### Зам. главного редактора

Абугов С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

### Ответственный секретарь

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

### Редакционная коллегия

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

Гранада Х.Ф. (Нью-Йорк, США)

Закарян Н.В., кандидат мед. наук (Москва)

Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург)

Крестьянинов О.В., доктор мед. наук

(Новосибирск)

Матчин Ю.Г., профессор (Москва)

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

Палеев Ф.Н., чл.-корр. РАН (Москва)

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

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

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

Раймерс Б. (Милан, Италия)

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

Самко А.Н., профессор (Москва)

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

Скрыпник Д.В., профессор (Москва)

Федорченко А.Н., доктор мед. наук

(Краснодар)

Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)

Чернявский М.А., доктор мед. наук

(Санкт-Петербург)

Читам Д.П., профессор (Колумбус,

Огайо, США)

### Редакционный совет

Акчурин Р.С., академик РАН (Москва)

Барбараш Л.С., академик РАН (Кемерово)

Белов Ю.В., академик РАН (Москва)

Белозеров Г.Е., профессор (Москва)

Бокерия Л.А., академик РАН (Москва)

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

Гавриленко А.В., академик РАН (Москва)

Голухова Е.З., академик РАН (Москва)

Дземешкевич С.Л., профессор (Москва)

Затевахин И.И., академик РАН (Москва)

Караськов А.М., академик РАН

(Новосибирск)

Мазаев В.П., профессор (Москва)

Подзолков В.П., академик РАН (Москва)

Порханов В.А., академик РАН

(Краснодар)

Прокубовский В.И., профессор (Москва)

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

Савченко А.П., профессор (Москва)

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

Хубулава Г.Г., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Честухин В.В., профессор (Москва)

Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)

Шляхто Е.В., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)

Шпектор А.В., профессор (Москва)



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

www.endovascular.ru

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

#### Editorial Office

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

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

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

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery  
2023; 10 (3): 245-364  
**DOI:** 10.24183/2409-4080-2023-10-3

# Russian Journal of Endovascular Surgery

## Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

**DOI:** 10.24183/2409-4080

### 2023 • Vol. 10 • No. 3

#### Editor-in-Chief

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

#### Deputy Editors

Abugov S.A., Professor (Moscow)

Kavteldze Z.A., Professor (Moscow)

Protopopov A.V., Professor (Krasnoyarsk)

#### Executive Secretary

Staferov A.V., PhD (Moscow)

#### Editorial Board

Cheatham J.P., Professor  
(Columbus, Ohio, USA)

Chernyavskiy M.A., PhD (Saint Petersburg)

Fedorchenko A.N., PhD (Krasnodar)

Ganyukov V.I., PhD (Kemerovo)

Granada J.F. (New York, USA)

Hijazi Z.M., Professor (Doha, Qatar)

Kandyba D.V. (Saint Petersburg)

Krest'yaninov O.V., PhD (Novosibirsk)

Matchin Yu.G., Professor (Moscow)

Merkulov E.V., PhD (Moscow)

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

Petrosyan K.V., PhD (Moscow)

Polyakov R.S., PhD (Moscow)

Pursanov M.G., PhD (Moscow)

Reimers B. (Milan, Italy)

Rudenko B.A., PhD (Moscow)

Samko A.N., Professor (Moscow)

Semitko S.P., PhD (Moscow)

Skrypnik D.V., Professor (Moscow)

Zakaryan N.V., PhD (Moscow)

#### Advisory Board

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

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

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

Belozеров G.E., Professor (Moscow)

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

Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)

Chestukhin V.V., Professor (Moscow)

Dzemeshekevich S.L., Professor (Moscow)

Gavrilenko A.V., Academician of RAS (Moscow)

Golukhova E.Z., Academician of RAS (Moscow)

Karaskov A.M., Academician of RAS

(Novosibirsk)

Khubulava G.G., Academician of RAS

(Saint Petersburg)

Mazaev V.P., Professor (Moscow)

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

Porkhanov V.A., Academician of RAS  
(Krasnodar)

Prokubovskiy V.I., Professor (Moscow)

Rabkin I.Kh., Corresponding Member of RAS  
(Boston, USA)

Savchenko A.P., Professor (Moscow)

Shakhov B.E., Professor

(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 статей в журнале бесплатная.

## Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya)

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

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

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

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

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

От главного редактора

249 From the Editor-in-Chief

**Обзоры****Reviews**

**Прозоров С.А.** Проблема выгорания среди рентгенэндоваскулярных хирургов

251 **Prozorov S.A.** The problem of burnout among interventional radiologists

**Оригинальные статьи****Original articles**

**Алекян Б.Г., Бойцов С.А., Маношклина Е.М., Ганюков В.И.** Анализ российских национальных показателей реваскуляризации миокарда у больных с острым коронарным синдромом в 2022 г.

260 **Alekyan B.G., Boytsov S.A., Manoshkina E.M., Ganyukov V.I.** Analysis of Russian national indicators of myocardial revascularization in patients with acute coronary syndrome in 2022

**Абоян И.А., Куликовских Я.В., Румбешт В.В., Мкртчян Р.Х., Осокин Р.А., Лавник Д.В., Лужанский Д.С., Оганесян Л.Г.** Измерение моментального резерва кровотока как метод физиологической оценки результатов чрескожных коронарных вмешательств

270 **Aboyan I.A., Kulikovskikh Ya.V., Rumbesht V.V., Mkrtychyan R.Kh., Osokin R.A., Lavnik D.V., Luzhanskiy D.S., Oganesyanyan L.G.** Measurement of instantaneous wave-free ratio as a method of physiological assessment of the results of percutaneous coronary interventions

**Каледин А.Л., Кочанов И.Н., Бабунашвили А.М., Коротких А.В., Карташов Д.С., Ахрамович Р.В., Деркач В.В., Портнов Р.М.** Анализ среднесрочных результатов многоцентрового рандомизированного контролируемого исследования TENDERA

280 **Kaledin A.L., Kochanov I.N., Babunashvili A.M., Korotkikh A.V., Kartashov D.S., Akhramovich R.V., Derkach V.V., Portnov R.M.** Analysis of the medium-term results of the multicenter randomized control study TENDERA

**Поляков Р.С., Карамян Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Абугов С.А.** Смена парадигмы в эндоваскулярном лечении пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и подвздошных артерий

291 **Polyakov R.S., Karamyan D.A., Pureskiy M.V., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Abugov S.A.** The paradigm shift in endovascular treatment of patients with concurrent abdominal aortic and iliac artery aneurysms

**Сусанин Н.В., Хафизов Т.Н., Гапонов Д.П., Чернявский М.А.** Результаты эндоваскулярных и гибридных операций при патологии дуги аорты

303 **Susanin N.V., Khafizov T.N., Gaponov D.P., Chernyavsky M.A.** Results of endovascular and hybrid operations for pathology of the aortic arch

**Пурсанов М.Г., Бедин А.В., Абрамян М.А., Пардаев Д.Б., Шамрин Ю.Н., Курако М.М., Хасанова К.А., Коваленко Д.Г.** Стентирование при обструктивной патологии дуги и перешейка аорты у детей и подростков

310 **Pursanov M.G., Bedin A.V., Abramyan M.A., Pardaev D.B., Shamrin Yu.N., Kurako M.M., Khasanova K.A., Kovalenko D.G.** Stenting procedure for obstructive pathology of the aortic arch and isthmus in children and adolescents

**Голухова Е.З., Алекян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Хакимов Х.А., Соболев А.В.** Эндоваскулярное лечение артериовенозных мальформаций легких у пациентов после этапной гемодинамической коррекции сложных врожденных пороков сердца

330 **Golukhova E.Z., Alekyan B.G., Podzolkov V.P., Pursanov M.G., Petrosyan K.V., Dadabaev G.M., Khakimov Kh.A., Sobolev A.V.** Endovascular treatment of arteriovenous malformations of the lungs developed in patients after staged hemodynamic correction of complex congenital heart disease

**Володюхин М.Ю., Хасанова Д.Р., Тимченко Л.В., Подшивалов И.А., Телятник Ю.А., Загидуллин Б.И., Мухамадиева Ю.С., Мингазетдинов М.А., Юсупов Р.И.** Этапная реперфузионная терапия острого ишемического инсульта с применением отечественного тромболитического препарата Фортелизин

341 **Volodyukhin M.Yu., Khasanova D.R., Timchenko L.V., Podshivalov I.A., Telyatnik Yu.A., Zagidullin B.I., Mukhamadieva Yu.S., Mingazetdinov M.A., Yusupov R.I.** Staged reperfusion therapy of acute ischemic stroke with the use of the national thrombolytic drug Fortelyzin

**Клинические наблюдения****Case reports**

**Верещагин М.А., Глебов К.К., Янкин А.Ю.** Одноэтапное лечение массивного тромбоза правой коронарной артерии

347 **Vereshchagin M.A., Glebov K.K., Yankin A.Yu.** One stage treatment of massive thrombosis of the right coronary artery

**Сысоев В.М., Сомов П.А., Галустян А.В., Черняев М.В., Гителзон Е.А., Файбушевич А.Г.** Эндоваскулярная реваскуляризация тандемного поражения внутренней сонной артерии и средней мозговой артерии при остром ишемическом инсульте

351 **Sysoev V.M., Somov P.A., Galustyan A.V., Chernyaev M.V., Gitelzon E.A., Faybushevich A.G.** Endovascular revascularization of tandem lesion of the internal carotid and middle cerebral artery in acute ischemic stroke

**Казанцев А.Н., Сироткин А.А., Палагин П.Д., Мухторов О.Ш., Лебедев О.В., Коротких А.В., Черникова И.В., Унгуриян В.М.** Гибридная реваскуляризация: открытая тромбэктомия из подвздошных артерий с последующим стентированием на фоне COVID-19

357 **Kazantsev A.N., Sirotkin A.A., Palagin P.D., Mukhtorov O.Sh., Lebedev O.V., Korotkikh A.V., Chernikova I.V., Unguryan V.M.** Hybrid revascularization: open iliac thrombectomy with subsequent stenting in the background COVID-19

**Некролог****Obituary**

Памяти Нарека Вардановича Закаряна

364 In memory of Narek Vardanovich Zakaryan

## От главного редактора

### Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию третий номер нашего журнала «Эндоваскулярная хирургия», в который включены работы, охватывающие широкий круг актуальных и интересных тематик, посвященных вопросам эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер обзорная статья С.А. Прозорова (Москва), в которой рассмотрена проблема профессионального выгорания врачей — специалистов по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению.

Раздел оригинальных статей открывает работа Б.Г. Алекаяна и соавт. (Москва, Кемерово), посвященная анализу российских национальных показателей реваскуляризации миокарда у больных с острым коронарным синдромом в 2022 г. Продолжает раздел статья И.А. Абояна и соавт. (Ростов-на-Дону), также посвященная эндоваскулярному лечению коронарной патологии, в которой рассматриваются возможности измерения моментального резерва коронарного кровотока с целью физиологической оценки результатов чрескожных коронарных вмешательств. В работе А.Л. Каледина и соавт. (С.-Петербург, Москва, Благовещенск, Клин) представлен анализ среднесрочных результатов российского многоцентрового рандомизированного контролируемого исследования TENDERA, целью которого является сравнение непосредственных и среднесрочных результатов безопасности и эффективности использования дистального лучевого доступа при чрескожных коронарных вмешательствах в сравнении с традиционным проксимальным лучевым доступом.

Оригинальная статья Р.С. Полякова и соавт. (Москва) посвящена результатам сравнительного анализа различных вариантов эндопротезирования аорты и подвздошных артерий у пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и аневризмой общей подвздошной артерии, ко-



торый обусловил смену парадигмы в эндоваскулярном лечении таких пациентов. В следующей оригинальной работе — Н.В. Сусанина и соавт. (С.-Петербург, Уфа, Астрахань) представлен анализ собственных результатов эндоваскулярных и гибридных операций при патологии дуги аорты. Продолжает раздел оригинальных статей работа М.Г. Пурсанова и соавт. (Москва), в которой приведен анализ результатов стентирования дуги и перешейка аорты у детей и подростков с коарктацией аорты. В статье Е.З. Голуховой и соавт. (Москва) рассматриваются результаты эндоваскулярного лечения артериовенозных мальформаций легких у пациентов после этапной гемодинамической коррекции сложных врожденных пороков сердца. Завершает раздел оригинальных статей работа М.Ю. Володохина и соавт. (Казань, Краснодар, Набережные Челны), посвященная возможностям этапной реперфузионной терапии острого ишемического инсульта с применением отечественного тромболитического препарата фортелизин.

Раздел клинических наблюдений открывает работа М.А. Верещагина и соавт. (Новокузнецк), в которой приведен клинический случай одноэтапного лечения массивного тромбоза правой коронарной артерии. В статье В.М. Сысоева и соавт. (Москва) представлен клинический случай эндоваскулярной реваскуляризации тандемного поражения внутренней сонной артерии и средней мозговой артерии у пациента с острым ишемическим инсультом. Завершает

раздел клинических наблюдений статья А.Н. Казанцева и соавт. (Кострома, Благовещенск), в которой приведено клиническое наблюдение гибридной реваскуляризации – открытой тромбэктомии из подвздошных артерий и последующего стентирования у пациента с новой коронавирусной инфекцией.

Мы надеемся, что представленные в третьем номере журнала «Эндоваскулярная хирургия» за 2023 г. статьи будут полезны вам в каждодневной клинической работе и приглашаем к дальнейшему сотрудничеству, целью которого является повышение качества оказания медицинской помощи нашим пациентам.

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

**Обзоры**

© С.А. Прозоров, 2023

УДК 616.12-089

**Проблема выгорания среди рентгенэндоваскулярных хирургов***С.А. Прозоров*

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

**Прозоров Сергей Анатольевич**, д-р мед. наук, вед. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-9680-9722, e-mail: surgeonserge@mail.ru**Резюме**

Среди врачей отмечается высокая частота выгорания, причем наблюдается отрицательная динамика – увеличивается число врачей с выгоранием. Выгорание среди врачей превышает уровень выгорания среди населения в целом, отрицательно влияет на клиническую работу, на благополучие самих врачей, имеет экономические последствия. Необходимо разработать стратегию профилактики и преодоления выгорания. Нужны соответствующие организационные мероприятия и специальные программы в помощь врачам.

Цель обзора – на основании литературных данных оценить проблему выгорания у врачей – рентгенэндоваскулярных хирургов, пути профилактики и преодоления выгорания.

**Ключевые слова:** выгорание, профилактика, рентгенэндоваскулярная хирургия

**Для цитирования:** Прозоров С.А. Проблема выгорания среди рентгенэндоваскулярных хирургов. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 251–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-251-259

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.08.2023  
Принята к печати 05.09.2023

**The problem of burnout among interventional radiologists***S.A. Prozorov*

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russian Federation

**Sergey A. Prozorov**, Dr. Med. Sc., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9680-9722, e-mail: surgeonserge@mail.ru**Abstract**

There is a high frequency of burnout among physician, and there is a negative trend – the number of physician with burnout is increasing. Burnout among physician exceeds the level of burnout among the general population, negatively affects clinical work, the well-being of physician, has economic consequences. It is necessary to develop a strategy for preventing and overcoming burnout. Organizational measures and special programs are needed to help physician.

The purpose of the review is to evaluate the problem of burnout in interventional radiologists, ways to prevent and overcome burnout on the basis of literature data.

**Keywords:** burnout, prevention, interventional radiology

**For citation:** Prozorov S.A. The problem of burnout among interventional radiologists. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 251–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-251-259

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Received August 17, 2023  
Accepted September 5, 2023

**Введение**

О синдроме эмоционального выгорания (англ. burnout) впервые написал в 1974 г. Н.И. Фреуденбергер [1]. Выгорание – это состояние физического и психического истощения, которое возникает при эмоциональном перенапряже-

нии у лиц, чья деятельность связана с постоянным взаимодействием и общением с людьми.

С. Maslach и S.E. Jackson [2] сначала в 1981 г., а затем С. Maslach et al. в других исследованиях [3, 4] разработали трехкомпонентную модель выгорания: эмоциональное истощение, деперсонализация, редукция личных достиже-

ний. Профессиональное выгорание – это истощение на физическом и эмоциональном уровне, связанный с работой стресс, потеря мотивации, которые приводят к снижению продуктивности работы; это не кратковременный кризис, а долгосрочная и глубокая реакция на неуправляемый стресс. Выгорание развивается постепенно, проявления его индивидуальны и многообразны.

Трехкомпонентная модель выгорания по С. Maslach:

1. Эмоциональное истощение (ЭИ). Данное состояние вызвано утомлением, как физическим, так и эмоциональным, вследствие истощения ресурсов организма, постоянного нахождения в стрессовых ситуациях в процессе трудовой деятельности и взаимодействия с людьми. Человек не находит сил для восстановления собственного состояния для эффективной работы без вреда собственному здоровью.

2. Деперсонализация (ДП). Проявляется в циничном поведении, бездушности к окружающим, предмету собственного труда, в деформации отношений с окружающими.

3. Редукция личных достижений (РЛД). Проявляется в негативной оценке собственных профессиональных успехов и достижений, уменьшении собственного достоинства, ограничении собственных возможностей.

Изучение синдрома проводится по предложенной С. Maslach методике Maslach Burnout Inventory (МБИ), на основе которой применяют опросник «МБИ-GS» («Maslach Burnout Inventory-General Survey»).

Классификация по МКБ-10: Z73.0, по МКБ-11: QD85. Название: переутомление.

### Распространение выгорания среди врачей

L.S. Rotenstein et al. [5] собрали данные о распространенности выгорания врачей из 182 исследований с участием 109 628 человек в 45 странах, опубликованные с 1991 по 2018 г. Из 182 исследований в 156 (85,7%) использовали методику С. Maslach для оценки выгорания. В исследованиях по-разному сообщалось об оценках распространенности общего выгорания или подкомпонентов выгорания: 67,0% (122/182) – по общему выгоранию, 72,0% (131/182) – по эмоциональному истощению, 68,1% (124/182) – по деперсонализации и 63,2% (115/182) – по низким личным достижениям. В исследованиях использовалось по меньшей мере 142 уникальных определения для соответ-

ствия общим критериям выгорания или подшкалы выгорания, что указывает на существенные разногласия в литературе о том, что представляет собой выгорание. Среди исследований с использованием инструментов, основанных на МБИ, было по крайней мере 47 различных определений общей распространенности выгорания и 29, 26 и 26 определений ЭИ, ДП, РЛД соответственно. Общая распространенность выгорания варьировала от 0 до 80,5%. Эмоциональное истощение, деперсонализация и редукция личных достижений варьировали от 0 до 86,2%, от 0 до 89,9% и от 0 до 87,1% соответственно.

T.D. Shanafelt et al. [6] в 2012 г. провели исследование выгорания среди 7288 американских врачей, изучили удовлетворенность балансом между работой и личной жизнью. При оценке с использованием МБИ 45,8% врачей сообщили по крайней мере об одном симптоме выгорания. Существенные различия в выгорании наблюдались по специальностям. По сравнению с выборкой из 3442 работающих взрослых американцев врачи чаще имели симптомы выгорания (37,9% против 27,8%) и были недовольны балансом между работой и личной жизнью (40,2% против 23,2%). Самый высокий уровень образования врачей также связан с выгоранием: лица со степенью бакалавра, магистра, а также с профессиональной или докторской степенью других специальностей, отличной от степени MD или DO, имели более низкий риск выгорания. Выгорание чаще встречается среди врачей, чем среди других работников в США, наибольшему риску подвержены врачи, находящиеся на переднем крае доступа к медицинской помощи.

Однако это исследование было опубликовано в 2012 г., а к 2022 г. показатели выгорания стали значительно выше. Отчет Medscape physician burnout and depression report 2022: stress, anxiety and anger (Отчет о выгорании врача и депрессии 2022 г.: стресс, тревога и гнев) [7] дает наглядное представление о проблеме выгорания среди врачей в США. Всего 13 069 американских врачей 29 специальностей ответили на опрос в 2021 г., из них 61% – мужчины, 38% – женщины; до 35 лет – 5%, 35–44 года – 19%, 45–54 года – 25%, 55–64 года – 31%, старше 64 лет – 20%; среди них радиологов – 3% (некоторые значения не равны 100% из-за округления).

Первая десятка специальностей по распространенности выгорания: 1) экстренная медицина – 60%; 2) интенсивная терапия – 56%; 3) аку-

шерство и гинекология – 53%; 4) инфекционные болезни – 51%; 5) семейная медицина – 51%; 6) реабилитация – 50%; 7) эндокринология – 50%; 8) радиология – 49%; 9) педиатрия – 49%; 10) пульмонология – 48%.

По сравнению с прошлым годом распространенность выгорания среди врачей увеличилась с 42 до 47%. Наибольший рост отмечен у врачей скорой помощи – с 43 до 60%. Выгорание у врачей мужского пола увеличилось с 36 до 41%, у врачей женского пола – с 51 до 56%.

Среди причин выгорания: 1) выполнение слишком большого количества бюрократических требований – 60%; 2) отсутствие уважения со стороны администрации, коллег и персонала – 39%; 3) слишком большое количество рабочих часов – 34%; 4) отсутствие контроля/автономии над своей жизнью – 32%; 5) недостаточная компенсация/заработная плата – 28%; 6) растущая компьютеризация практической работы – 28%; 7) отсутствие уважения со стороны пациентов – 22%; 8) государственное регулирование – 15%; 9) стресс от социального дистанцирования / социальные проблемы, связанные с COVID-19 – 12%; 10) стресс, связанный с лечением пациентов с COVID-19 – 10%; 11) другое – 8%. При этом, по мнению 34% врачей, их тип личности способствует выгоранию, 43% врачей так не считают, а 23% – не уверены в этом.

Выгорание также зависит от типа лечебного учреждения. Так, в отчете 2021 г. 46% врачей, работавших в амбулаторных клиниках, сообщили о выгорании, в отчете за 2022 г. – уже 58%; в больницах показатель вырос с 40 до 48%.

Выгорание влияет на жизнь врачей: 54% опрошенных ответили, что выгорание имеет сильное/тяжелое воздействие на врача, 22% отметили умеренное воздействие и 24% ответили, что выгорание мало или совсем не влияет на их жизнь. У 68% врачей выгорание оказало отрицательный эффект на отношения с людьми, близкими, у 32% такого отрицательного эффекта не было.

У 24% врачей была клиническая депрессия, у 64% – разговорная депрессия (colloquial depression): чувство подавленности, уныния, печали. У 17% врачей депрессия уже один раз отмечалась ранее, у 17% она была ранее несколько раз, у 4% – много раз, а у 62% депрессии ранее не было. У 53% врачей депрессия не влияла на отношения с пациентами, 34% легко раздражались при общении с пациентами, 23% были менее мотивированы бережно обращаться

с записями пациентов, 14% высказывали свое разочарование пациентам, 11% совершали ошибки, которые обычно не делали.

В 29% случаев у членов семьи врачей была или есть клиническая депрессия, в 21% – разговорная депрессия, в 39% – не было депрессии. Вероятно, в среднем у 35% врачей депрессия имела некоторый генетический компонент и у около 65% – связана с образом жизни.

### Экономические потери от выгорания

S. Han et al. [8] с помощью математической модели оценили ежегодные экономические потери от выгорания врачей в США примерно в 4,6 млрд долларов, что связано с расходами из-за текучести кадров и сокращением клинических часов – примерно 7600 долларов на одного работающего врача в год.

Сильное выгорание может привести к раннему уходу из медицины, при этом стоимость замены специалиста – рентгенэндоваскулярного хирурга оценивается в две-три годовых зарплаты врача, не говоря уже об утерянном опыте, мудрости и лидерстве [9].

M.S. Hamidi et al. [10] считают, что осведомленность об экономических издержках, связанных с выгоранием врачей, может помочь активизировать усилия на организационном уровне по улучшению благосостояния врача и снижению текучести кадров. Авторы сообщили данные двух больниц Стэнфордского университета. На исходном уровне 26% врачей сообщили о выгорании, 28% – о желании уйти в течение следующих 2 лет. Два года спустя 13% опрошенных врачей ушли. Врачи, сообщившие о выгорании, более чем в 2 раза чаще покидали учреждение в течение 2-летнего периода.

T. Shanafelt et al. [11] приводят экономическое обоснование решения проблемы выгорания врачей и связанных с этим расходов, обусловленных текучестью кадров, потерей доходов в связи со снижением производительности, финансовыми рисками и угрозой самой организации из-за взаимосвязи между выгоранием и более низким качеством медицинской помощи. Инвестиции в благополучие врачей оправданы. По мнению C.S. Dewa et al. [12], финансовое бремя может быть уменьшено с помощью профилактических и пропагандистских мероприятий по борьбе с выгоранием среди врачей.

Проблеме выгорания среди радиологов посвящено значительное количество публикаций, особенно между 2017 и 2019 гг., в общей слож-

ности 160 авторов внесли свой вклад в изучение выгорания среди радиологов [13].

Выгорание было отмечено у 49% врачей-радиологов [7]. Однако эта группа не разделена на специальности, а в нее входят классические рентгенологи, врачи КТ и МРТ, лучевые терапевты и рентгенэндоваскулярные хирурги.

Цель нашего обзора – на основании литературных данных оценить проблему выгорания у врачей – рентгенэндоваскулярных хирургов, пути профилактики и преодоления выгорания.

J.J. Bundy et al. [14] провели опрос интервенционных радиологов (ИР) в соответствии с «МБИ-GS». На опрос ответили 339 человек: рентгенэндоваскулярные хирурги, стипендиаты, резиденты. Из них 263 (77,6%) – мужчины, 75 (22,1%) – женщины, 1 (0,3%) – транс-мужчина. Опыт врачей: 112 (33,0%) работали 5 лет, 68 (20,1%) – 6–10 лет, 74 (21,8%) – 11–20 лет, 55 (16,2%) – более 21 года и 30 (8,8%) все еще проходили обучение. Менее 40 ч в неделю работали 15 (4,4%) респондентов, 40–60 ч – 225 (66,4%), 60–80 ч – 81 (23,9%) и более 80 ч – 18 (5,3%); 316 (93,2%) оказывали помощь по вызову.

Для оценки степени ЭИ, ДП и РЛД ответы были распределены по трем уровням – низкий, умеренный и высокий. Балльные категории были следующими: ЭИ низкого, умеренного и высокого уровня соответствовали 18, 19–26 и 27 баллов; ДП: низкий уровень – 5, умеренный – 6–9 и высокий – 10 баллов; РЛД: низкий – 40, умеренный – 34–39 и высокий – 33 балла. ИР с высокими баллами по шкале ЭИ (27) или ДП (10) считались имеющими по крайней мере 1 проявление эмоционального выгорания (17). Баллы РЛД не учитывались при определении степени выгорания. Основываясь на субшкалах МБИ, по ЭИ 22,7% респондентов имели низкий риск, 15,3% – умеренный и 61,9% – высокий; по ДП: 28,6% респондентов были с низким, 17,2% – с умеренным и 54,3% – с высоким риском. Оценка баллов по шкале РЛД показала высокий риск только у 14,7%, умеренный – у 26,0% и низкий – у 59,3%. При этом 162 (47,8%) респондента относились к категории высокого риска как по ЭИ, так и ДП.

Средние баллы МБИ для эмоционального истощения, деперсонализации и редукции личных достижений составили  $30,0 \pm 13,0$ ,  $10,6 \pm 6,9$  и  $39,6 \pm 6,6$  соответственно. Результаты исследования показали высокий уровень выгорания среди рентгенэндоваскулярных хирургов: выгорание было у 244 (71,9%) участников, особенно

у женщин и при работе более 80 ч в неделю. Выгорание среди рентгенэндоваскулярных хирургов встречалось чаще, чем среди радиологов-диагностов и хирургов. Женщины испытывали эмоциональное выгорание на 5% чаще, чем мужчины, поскольку чаще работали более 80 ч в неделю, выполняли двойную роль (матери или партнера и врача), а также из-за отсутствия женщин-наставников на руководящих должностях.

Возраст, условия и объем практики, годы обучения в аспирантуре, обязанности диагностической радиологии и количество принятых вызовов не были достоверно связаны с эмоциональным выгоранием. Большинство респондентов, сообщивших о симптомах выгорания, были в возрасте до 5 лет обучения в аспирантуре, с постепенным снижением уровня выгорания по мере увеличения срока обучения.

По мнению рентгенэндоваскулярных хирургов, выгоранию на рабочем месте способствуют: административное давление и обременение административными задачами, взаимоотношения между рентгенэндоваскулярными хирургами и вспомогательным персоналом, рабочая нагрузка и рабочее время, ведение электронной медицинской карты и документации, обязанности диагностической радиологии, спорные вопросы с радиологами-диагностами, отсутствие признания и уважения со стороны представителей других медицинских и хирургических специальностей, предоставление ненадлежащих консультаций от других специалистов.

M.-G. Knuttinen et al. [15] отметили повышенный риск заболеваний опорно-двигательного аппарата у рентгенэндоваскулярных хирургов, связанный с использованием защитной одежды, содержащей свинец. Это может способствовать выгоранию врача, причем женщины-операторы подвергаются более высокому риску.

Рассмотрим в качестве примера выгорание у нейроинтервенционных хирургов. Согласно исследованию R.N. Abdalla et al. [16], основанному на онлайн-анкетировании членов двух обществ нейроинтервенционной хирургии, большинство (54%) опрошенных сообщили о выгорании. Вызовы  $\geq 1$  каждые 3 дня и практическая работа свыше 10 лет были независимыми предикторами выгорания, 39% респондентов сообщили о засыпании за рулем, 23% – о дорожно-транспортном происшествии (ДТП) / почти аварии, а 34% – о медицинских ошибках, кото-

рые, по их мнению, были связаны с усталостью от вызовов/работы. Вызовы более 3 раз в неделю служили независимым предиктором засыпания за рулем и ДТП. Непрерывный сон менее 4 ч был независимым предиктором ДТП и медицинских ошибок. Большинство специалистов по нейроинтервенционной рентгенэндоваскулярной хирургии рекомендовали максимальную частоту вызовов 1 раз в 3 дня.

K.M. Fargen et al. [17] представили результаты опроса 320 специалистов. Медианные совокупные баллы по эмоциональному истощению составили 25 (16–35), деперсонализации — 7 (4–12), редукции личных достижений — 39 (35–44); в общей сложности 56% опрошенных соответствовали установленным критериям выгорания. Анализ показал, что чувство недооценки руководством больницы, вызовы более чем в одну больницу были тесно связаны с выгоранием. Получение дополнительной компенсации за вызов служило независимой защитой от выгорания.

M.M. Williams et al. [18] проанализировали выполнение тромбэктомии при инсультах в 9 центрах. Большинство (59,8%) консультаций проходили между 17.00 и 7.00 часами. Врачам приходилось срочно ездить в больницу в 51,2% случаев. Консультации часто нарушали график врача, происходили чаще всего в нерабочее время, что способствовало развитию выгорания.

### Влияние COVID-19 на уровень выгорания

Согласно отчету Medscape physician burnout and depression report 2022: stress, anxiety and anger [7], после месяцев карантина 50% врачей-мужчин и 60% врачей-женщин считали, что частота выгорания увеличилась, 42 и 31% соответственно говорили о сохранении такого же уровня, а в 8 и 9% соответственно отметили, что он стал меньше. При этом 68% респондентов считали, что до пандемии было больше счастливых дней.

В Канаде 49,3% ИР [19] сообщили об уменьшении количества экстренных процедур, за исключением центров, в которых ими раньше занимались. Большинство респондентов (73,2%) при возможности выполняли различные интервенционные процедуры у постели больного. Также большинство ИР (88%) сообщили об общем сокращении количества интервенционных вмешательств.

По данным опроса членов Европейского общества сердечно-сосудистой и интервенционной радиологии [20], во время эпидемии рабо-

чая нагрузка рентгенэндоваскулярных хирургов значительно снизилась у 18%, незначительно — у 36%, осталась стабильной — у 29%; исследовательская деятельность часто задерживалась (в 30% случаев — в большинстве или во всех проектах, в 33% — в некоторых проектах). О крайней обеспокоенности по поводу здоровья семей, пациентов и широкой общественности сообщили 43, 34 и 40% рентгенэндоваскулярных хирургов соответственно, 29% опрошенных сообщили, что испытали значительный стресс (25% — умеренный, 23% — в некоторой степени).

Опрос британских рентгенэндоваскулярных хирургов [21] показал, что во время COVID-19 81% респондентов смогли поддерживать дежурства в режиме 24/7, 59% были вынуждены изменить свою повседневную работу, чтобы осуществлять вызовы. Из всех опрошенных 91% продолжили выполнять эндоваскулярные вмешательства, 98% — вмешательства в урологии и 92% — гепатобилиарные вмешательства.

A. Woerner et al. [22] проанализировали влияние COVID-19 на врачей — рентгенэндоваскулярных хирургов. Тревожные симптомы оценивались с использованием скрининга генерализованного тревожного расстройства-7 (GAD-7), а стратегии преодоления были оценены с использованием опросника Brief-Coping Orientation to Problems Experience. Всего было опрошено 422 респондента, в том числе 333 (78,9%) рентгенэндоваскулярных хирурга и 89 (21,1%) стажеров. Подавляющее большинство (391; 92,7%) выполняли вмешательства пациентам с подтвержденной инфекцией COVID-19. Маска была наиболее распространенной (366; 93,6%) мерой защиты. Об отмене или ограничении вмешательств сообщили 276 (65,4%) респондентов. Многие респонденты (177; 41,9%) имели самооценку тревоги (оценка GAD-7 > 5) с общим средним баллом  $4,64 \pm 4,63$  (диапазон 0–21). Факторы, связанные с сообщением о тревоге, включали: женский пол, увеличение количества вызовов, отсутствие адекватных своевременных корректировок. Наиболее часто используемой стратегией преодоления было принятие ( $5,49 \pm 1,88$  балла), а наиболее часто используемой дисфункциональной стратегией преодоления было самообращение ( $4,16 \pm 1,67$  балла). Частота возникновения чувства тревоги увеличилась на более чем 125% с принятием дисфункциональных стратегий.

M. Murphy et al. [23] исследовали влияние пандемии COVID-19 на благополучие рентген-

эндоваскулярных хирургов (ответы получены от 40 специалистов). Все стороны благополучия были негативно затронуты во время пандемии, причем психическое благополучие пострадало больше всего (82,5%), за ним следовало физическое (75%) и социальное (50%) благополучие. Половина ответивших врачей сообщили о «сильном стрессе» во время работы в период COVID-19. Уровень физической активности снизился, потребление кофеина увеличилось, а потребление здоровой пищи уменьшилось. Почти все рентгенэндоваскулярные хирурги (95%) испытывали беспокойство по поводу передачи вируса семье или друзьям, а 60% отметили ухудшение отношений с друзьями.

К.М. Fargen et al. [24] провели онлайн-опрос врачей — нейроэндоваскулярных хирургов. Отмечалось уменьшение частоты проведения процедур механической тромбэктомии по сравнению с допандемийным уровнем, причем 32% респондентов сообщили о более чем 50% снижении объемов тромбэктомии. В сочетании с 76% сообщивших по крайней мере о 25% сокращении немеханических процедур срочных нейроинтервенций и почти единогласном (96%) сообщении о прекращении несрочных плановых случаев 68% врачей отметили резкое сокращение (>50%) общего объема нейроинтервенций по сравнению с допандемийным периодом. Об увеличении времени от двери до пункции сосуда сообщили 79% опрошенных. Положительные результаты анализов на COVID-19 были у 1% врачей, еще 8% были помещены на карантин в связи с подозрением на инфекцию, 66% респондентов сообщили об увеличении стресса в карьере, 56% — стресса в личной жизни / семье и 35% отметили увеличение выгорания в карьере. Стресс был значительно повышен у нейроинтервенционных радиологов с COVID-положительными членами семьи.

***Выгорание среди обучающихся  
рентгенэндоваскулярных хирургов  
во время пандемии COVID-19***

D. Phadke et al. [25] отмечают значительные изменения программ обучения рентгенэндоваскулярных хирургов, связанные с пандемией COVID-19. Обучение резидентов пострадало из-за ограничений; меры предосторожности привели к тому, что программы резидентуры перешли на виртуальную модель образования.

Пандемия оказала влияние на работу стажеров: среди опрошенных 73% сообщили о сокращении объема практики по крайней мере на 25%, у некоторых возникла задержка в начале карьеры в качестве рентгенэндоваскулярного хирурга (24%) либо при стажировке (35%) [19].

Факторы риска, которые могут привести к эмоциональному выгоранию у рентгенэндоваскулярных хирургов, в том числе обучающихся, включают переутомление, дополнительные вызовы, отсутствие наставничества, разногласия в семье / с партнером, отсутствие социальной поддержки, контроля, возраст, пол, уровень резидентства, личностные черты и отсутствие признания, вознаграждения, отсутствие справедливого обращения в резидентуре.

Согласно исследованиям в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского [26], среди врачей-ординаторов, в том числе рентгенологов и рентгенэндоваскулярных хирургов, 43% отметили симптомы депрессии средней и высокой степени тяжести, 11% — наличие суицидальных мыслей, 30% — симптомы тревоги высокой интенсивности, более половины (55%) имели критически высокие показатели симптомов посттравматического стресса. Примерно у четверти респондентов были выявлены высокие показатели общего дистресса (24%) и профессионального выгорания по всем трем его аспектам (эмоциональное истощение — 23%, деперсонализация — 25%, профессиональная успешность — 22%).

**Выгорание у медсестер  
и технических специалистов ИР**

К.М. Fargen et al. [27] осуществили онлайн-опрос среди медсестер и технологов-радиологов в 20 эндоваскулярных инсультных центрах США. Средние сводные баллы ЭИ составили 25 (15–35), ДП — 6 (2–11), РЛД — 39 (35–43). Чувство недооценки руководством больницы, работа с трудными/неприятными врачами тесно связаны с выгоранием. Текучесть среди медсестер и технологов увеличилась на 25% по сравнению с предыдущим годом. Более 50% респондентов указали, что они серьезно рассматривали возможность ухода в течение последних 2 лет. Опрос персонала продемонстрировал, что распространенность выгорания составила 51% и это было обусловлено в большей степени отношениями с руководством и медицинским персоналом. Текучесть кадров среди не врачебного персонала была высокая.

## Профилактика и лечение выгорания у рентгенэндоваскулярных хирургов

Согласно требованию Совета по аккредитации высшего медицинского образования в США, программы резидентуры должны информировать своих резидентов о стратегиях борьбы с эмоциональным выгоранием (цит. по [28]). В отчете Medscape physician burnout and depression report 2022: stress, anxiety and anger [7] названы следующие методы, которые позволяют купировать выгорание у врачей (не только рентгенэндоваскулярных хирургов): физические упражнения отметили 48% врачей, самоизоляцию – 45%, обсуждение с членами семьи / близкими друзьями – 41%, хороший сон – 41%, игра на музыкальных инструментах или прослушивание музыки – 35%, употребление нездоровой пищи – 35%, алкоголя – 24%, ожорство – 21%, употребление лекарственных средств, отпускаемых по рецепту – 2%, курение – 2%, употребление препаратов конопли – 2%.

Для смягчения выгорания 29% врачей участвовали в медитации или других мероприятиях по снижению стресса, 29% сократили часы работы, 19% изменили рабочие установки, 17% внесли изменения для облегчения нагрузки, 16% разговаривали с администрацией госпиталя/группы о давлении на производительность, в 6% случаев был нанят дополнительный персонал, 3% врачей распродали / выставили на продажу практику, 12% – другое, 27% не предприняли ничего из перечисленного выше.

Врачи поддерживали чувство счастья и умственного здоровья следующим образом: проводили время со своей семьей/друзьями – 68%, занимались деятельностью или хобби, которые доставляли удовольствие – 66%, занимались физическими упражнениями – 63%, обеспечили достаточный сон – 49%, здоровое питание – 44%, выполняли терапию – 9%, другое – 6%.

В 42% медицинских организаций предлагали программы по снижению стресса и/или выгорания, в 41% учреждений таких программ нет, в 17% случаев респонденты не осведомлены. Половина (49%) врачей считают, что они могут справиться с выгоранием самостоятельно, без помощи профессионалов. Существуют страх перед работодателем или медицинской комиссией и опасения, что возникнут проблемы с карьерой, поэтому 43% не хотят рисковать, рассказывая о наличии выгорания перед медицинской комиссией, 32% обеспокоены возможностью

появления записи в страховке, 25% – тем, что об этом узнают коллеги, 22% волнуются, что это приведет к отстранению от медицинской профессии, 11% не доверяют специалистам по психическому здоровью.

Некоторые факторы могут облегчить ситуацию с выгоранием: 39% респондентов считают, что это возможно при более приемлемом графике работы, 38% – при возрастании финансовой компенсации, 36% – при большем уважении администрации/нанимателей, коллег, персонала, 36% – при увеличении контроля/автономности, 33% – при меньшей нагрузке (число пациентов), 33% – при большей поддержке от персонала, 26% – при меньшем правительственном регулировании, 15% – при смене работы, 5% – если не участвовать в лечении больных с COVID-19, 13% – другое.

Только 11% врачей прибегали к услугам компаний, коучей, индивидуальных специалистов для снижения выгорания, 46% не пользовались их услугами, но рассматривали эту возможность, 43% не прибегали к помощи и не рассматривали такую возможность.

По мнению K. Olson et al. [29], проблема выгорания врача требует системного подхода, организационные мероприятия более эффективны в снижении выгорания врачей, чем меры, направленные на отдельных врачей. Уменьшить выгорание врачей возможно с использованием трехсторонней модели профессионального удовлетворения Стэнфорда в качестве организационной основы. Эта модель делит профессиональную реализацию на три области: культура благополучия, эффективность на рабочем месте и личная устойчивость. Культура благополучия включает в себя отношения, необходимые врачам для эффективного сотрудничества, общения и координации ухода за пациентами. Эти отношения влияют на то, как врачи чувствуют и работают. Там, где культивируется культура благополучия, врачи ощущают, что их ценят, наделяют полномочиями, они являются частью эффективной клинической команды, испытывают чувство принадлежности, коллегиальности и обеспечивают высочайшее качество лечения.

Рентгенэндоваскулярные хирурги делятся своим опытом по предотвращению и лечению выгорания [30, 31]. С.Л. Canon et al. [30] исследовали проблему выгорания и считают, что интенсивность и количество рабочих часов являются основными его причинами. Врач с синдромом выгорания становится сосредоточенным

на себе, это может снизить качество медицинской помощи и повлиять на командную работу врачей. Выгорание может привести к решению покинуть отделение или даже медицину вообще. Одной из наиболее эффективных стратегий смягчения выгорания является активное использование неполного рабочего дня — так врачи получают больший контроль над своей рабочей неделей. Сотрудники, занятые неполный рабочий день, сообщают о своей повышенной удовлетворенности гибкостью планирования как о большом преимуществе. Стратегии по сокращению выгорания врачей сосредоточены на повышении устойчивости и управлении стрессом посредством мер на индивидуальном и организационном уровнях. Наиболее часто практикуемые стратегии включают физические упражнения, дискуссии в небольших группах, обучение осознанности. Необходимо создать культуру хорошего самочувствия. Разные поколения врачей по-разному реагируют на стресс, это необходимо учитывать при применении мер, направленных на уменьшение выгорания.

Рентгенэндоваскулярные хирурги, которые работали более 80 часов в неделю, в 7 раз чаще сообщали о признаках, указывающих на эмоциональное выгорание; ежедневные рабочие часы, консультации, ночные дежурства, административные обязанности, сложные случаи являются доминирующей причиной выгорания [14]. Сокращение рабочего времени, оказание помощи в повышении устойчивости к стрессу с помощью индивидуальных или организационных мероприятий могут снизить частоту выгорания среди рентгенэндоваскулярных хирургов. Также с выгоранием помогают бороться дискуссии в небольших группах и физические упражнения [14].

По результатам анализа литературных источников P.F. DeChant et al. [32] показали, что организационные мероприятия на рабочем месте, оптимизация электронной медицинской карты, уменьшение канцелярской нагрузки с привлечением помощников и внедрение командного подхода могут уменьшить выгорание врачей.

### Заключение

Частота выгорания у врачей выше, чем в общей популяции, причем наблюдается отрицательная динамика — число врачей с выгоранием увеличивается. Частота выгорания у рентгенэндоваскулярных хирургов одна из самых высоких среди врачей, в некоторых исследованиях до-

стигает уровня 71,9%. Выгорание врача-специалиста не только отрицательно влияет на клинические результаты, но и имеет экономические последствия. Можно предполагать, что выгорание отечественных рентгенэндоваскулярных хирургов имеет свои особенности — большее количество часов работы на 2–3 работах, более заметен материальный фактор. Необходимы как профилактические меры, так и использование стратегий преодоления выгорания. При этом требуются не только индивидуальные усилия врачей, но и организационные мероприятия в рамках лечебных учреждений.

### Литература/References

1. Freudenberger H.J. Staff burn-out. *J. Social. Issues.* 1974; 30 (1): 159–65. DOI: 10.1111/j.1540-4560.1974.tb00706.x
2. Maslach C., Jackson S.E. The measurement of experienced burnout. *J. Organ. Behaviour.* 1981; 2 (2): 99–113. DOI: 10.1002/job.4030020205
3. Maslach C., Jackson S.E., Leiter M.P. The Maslach burnout inventory manual. In: Zalaquett C.P., Wood R.J. (Eds.) *Evaluating stress: a book of resources.* The Scarecrow Press; 1997: 191–218.
4. Maslach C., Schaufeli W.B., Leiter M.P. Job burnout. *Ann. Rev. Psychol.* 2001; 52 (1): 397–422. DOI: 10.1146/annurev.psych.52.1.397
5. Rotenstein L.S., Torre M., Ramos M.A., Rosales R.C., Guille C., Sen S. et al. Prevalence of burnout among physicians: a systematic review. *JAMA.* 2018; 320 (11): 1131–50. DOI: 10.1001/jama.2018.12777
6. Shanafelt T.D., Boone S., Tan L., Dyrbye L.N., Sotile W., Satele D. et al. Burnout and satisfaction with work-life balance among US physicians relative to the general US population. *Arch. Intern. Med.* 2012; 172 (18): 1377–85. DOI: 10.1001/archinternmed.2012.3199
7. Medscape physician burnout and depression report 2022: stress, anxiety and anger. 2022: 1–30. Available at: <https://www.medscape.com/slideshow/2022-lifestyle-burnout-6014664?faf=1> (accessed 7 June 2023).
8. Han S., Shanafelt T.D., Sinsky C.A., Awad K.M., Dyrbye L.N., Fiscus L.C. et al. Estimating the attributable cost of physician burnout in the United States. *Ann. Intern. Med.* 2019; 170 (11): 784–90. DOI: 10.7326/M18-1422
9. Farooq A., Hamilton B. Strategies for well-being in interventional radiology. *Can. Assoc. Radiol. J.* 2023; 74 (1): 180–4. DOI: 10.1177/08465371221108464
10. Hamidi M.S., Bohman B., Sandborg C., Smith-Coggins R., de Vries P., Albert M.S. et al. Estimating institutional physician turnover attributable to self-reported burnout and associated financial burden: a case study. *BMC Health Serv. Res.* 2018; 18 (1): 851. DOI: 10.1186/s12913-018-3663-z
11. Shanafelt T., Goh J., Sinsky C. The business case for investing in physician well-being. *JAMA Intern. Med.* 2017; 177 (12): 1826–32. DOI: 10.1001/jamainternmed.2017.4340
12. Dewa C.S., Jacobs P., Thanh N.X., Loong D. An estimate of the cost of burnout on early retirement and reduction in clinical hours of practicing physicians in Canada. *BMC Health Serv. Res.* 2014; 14: 254. DOI: 10.1186/1472-6963-14-254
13. Qureshi M.F.H., Mohammad D., Shah S.M.A., Lakhani M., Shah M., Ayub M.H. et al. Burnout amongst radiologists: a bibliometric study from 1993 to 2020. *World J. Psychiatry.* 2022; 12 (2): 368–78. DOI: 10.5498/wjp.v12.i2.368
14. Bundy J.J., Hage A.N., Srinivasa R.N., Gemmete J.J., Lee E., Gross J.S. et al. Burnout among interventional radiologists. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2020; 31 (4): 607–13.e1. DOI: 10.1016/j.jvir.2019.06.002
15. Knuttinen M.-G., Zurcher K.S., Wallace A., Doe C., Naidu S.G., Money S.R. et al. Ergonomics in IR. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2021; 32 (2): 235–41. DOI: 10.1016/j.jvir.2020.11.001

16. Abdalla R.N., Ansari S.A., Hurley M.C., Attarian H., Fargen K.M., Hirsch J.A. et al. Correlation of call burden and sleep deprivation with physician burnout, driving crashes, and medical errors among US neurointerventionalists. *Am. J. Neuroradiol.* 2022; 43 (9): 1286–91. DOI: 10.3174/ajnr.A7606
17. Fargen K.M., Arthur A.S., Leslie-Mazwi T., Garner R.M., Aschenbrenner C.A., Wolfe S.Q. et al. A survey of burnout and professional satisfaction among United States neurointerventionalists. *J. Neurointerv. Surg.* 2019; 11 (11): 1100–4. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-014833
18. Williams M.M., Wilson T.A., Leslie-Mazwi T., Hirsch J.A., Kellogg R.T., Spiotta A.M. et al. The burden of neurothrombectomy call: a multicenter prospective study. *J. Neurointerv. Surg.* 2018; 10 (12): 1143–8. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-013772
19. Patel N.R., El-Karim G.A., Mujoomdar A., Mafeld S., Jaber A., Kachura J.R. et al. Overall impact of the COVID-19 pandemic on interventional radiology services: a Canadian perspective. *Can. Assoc. Radiol. J.* 2021; 72 (3): 564–70. DOI: 10.1177/0846537120951960
20. Gomez F., Reimer P., Pereira P.L., Bent C., Cazzato R.L., Das M. et al. The impact of COVID-19 on interventional radiology practice worldwide: results from a global survey. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2022; 45 (8): 1152–62. DOI: 10.1007/s00270-022-03090-6
21. Rostampour S., Cleveland T., White H., Haslam P., McCafferty I., Hamady M. Response of UK interventional radiologists to the COVID-19 pandemic – survey findings. *CVIR Endovasc.* 2020; 3 (1): 41. DOI: 10.1186/s42155-020-00133-2
22. Woerner A., Chick J.F.B., Monroe E.J., Ingraham C.R., Pereira K., Lee E. et al. Interventional radiology in the coronavirus disease 2019 pandemic: impact on practices and wellbeing. *Acad. Radiol.* 2021; 28 (9): 1209–18. DOI: 10.1016/j.acra.2021.05.025
23. Murphy M., Moore N., Leamy B., England A., O'Connor O.J., McEntee M.F. An evaluation of the impact of the Coronavirus (COVID 19) pandemic on interventional radiographers' wellbeing. *J. Med. Imaging Radiat. Sci.* 2022; 53 (3): 384–95. DOI: 10.1016/j.jmir.2022.05.006
24. Fargen K.M., Leslie-Mazwi T.M., Klucznik R.P., Wolfe S.Q., Brown P., Ansari S.A. et al. The professional and personal impact of the coronavirus pandemic on US neurointerventional practices: a nationwide survey. *J. Neurointerv. Surg.* 2020; 12 (10): 927–31. DOI: 10.1136/neurintsurg-2020-016513
25. Phadke D., Khaja M.S., Banathy A.K., Clark M.R., Grewal S., Kinariwala D. et al. Maximizing educational engagement and program exposure to recruitment to the integrated and independent interventional radiology programs in a virtual environment. *Acad. Radiol.* 2022; 29 (3): 413–5. DOI: 10.1016/j.acra.2021.09.001
26. Холмогорова А.Б., Рахманина А.А., Суроегина А.Ю., Микита О.Ю., Петриков С.С., Рой А.П. Психическое здоровье и профессиональное выгорание врачей-ординаторов во время пандемии COVID-19: ситуационные и психологические факторы. *Консультативная психология и психотерапия.* 2021; 29 (2): 9–47. DOI: 10.17759/cpp.2021290202  
Kholmogorova A.B., Rakhmanina A.A., Suroegina A.Yu., Mikita O.Yu., Petrikov S.S., Roy A.P. Mental health and professional burnout among residents during the COVID-19 pandemic: situational and psychological factors. *Counseling Psychology and Psychotherapy.* 2021; 29 (2): 9–47 (in Russ.) DOI: 10.17759/cpp.2021290202
27. Fargen K.M., Ansari S.A., Spiotta A., Dabus G., Mokin M., Brown P. et al. Influence of thrombectomy volume on non-physician staff burnout and attrition in neurointerventional teams. *J. Neurointerv. Surg.* 2020; 12 (12): 1199–204. DOI: 10.1136/neurintsurg-2020-015825
28. Dahmash A.B., Alorfi F.K., Alharbi A., Aldayel A., Kamel A.M., Almoaiqel M. Burnout phenomenon and its predictors in radiology residents. *Acad. Radiol.* 2020; 27 (7): 1033–9. DOI: 10.1016/j.acra.2019.09.024
29. Olson K., Marchalik D., Farley H., Dean S.M., Lawrence E.C., Hamidi M.S. et al. Organizational strategies to reduce physician burnout and improve professional fulfillment. *Curr. Probl. Pediatr. Adolesc. Health Care.* 2019; 49 (12): 100664. DOI: 10.1016/j.cppeds.2019.100664
30. Canon C.L., Chick J.F.B., DeQuesada I., Gunderman R.B., Hoven N., Prosper A.E. Physician burnout in radiology: perspectives from the field. *Am. J. Roentgenol.* 2022; 218 (2): 370–4. DOI: 10.2214/AJR.21.26756
31. Knox M.F. Interventional radiology: a potential antidote to physician burnout. *Semin. Intervent. Radiol.* 2019; 36 (1): 46–8. DOI: 10.1055/s-0039-1679945
32. DeChant P.F., Acs A., Rhee K.B., Boulanger T.S., Snowden J.L., Tutty M.A. et al. Effect of organization-directed workplace interventions on physician burnout: a systematic review. *Mayo Clin. Proc. Innov. Qual. Outcomes.* 2019; 3 (4): 384–408. DOI: 10.1016/j.mayocpiqo.2019.07.006

*Оригинальные статьи*

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.127-002-089

**Анализ российских национальных показателей реваскуляризации миокарда у больных с острым коронарным синдромом в 2022 г.***Б.Г. Алякян<sup>1</sup>, С.А. Бойцов<sup>2</sup>, Е.М. Маношкина<sup>3</sup>, В.И. Ганюков<sup>4</sup>*<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация<sup>3</sup> ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, Москва, Российская Федерация<sup>4</sup> ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация**Алякян Баграт Гегамович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке; [orcid.org/0000-0001-6509-566X](https://orcid.org/0000-0001-6509-566X)**Бойцов Сергей Анатольевич**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, генеральный директор; [orcid.org/0000-0001-6998-8406](https://orcid.org/0000-0001-6998-8406)**Маношкина Елена Михайловна**, канд. мед. наук, вед. науч. сотр.; [orcid.org/0000-0001-6161-440X](https://orcid.org/0000-0001-6161-440X)**Ганюков Владимир Иванович**, д-р мед. наук, заведующий отделом хирургии сердца и сосудов; [orcid.org/0000-0002-9704-7678](https://orcid.org/0000-0002-9704-7678), e-mail: [ganyukov@mail.ru](mailto:ganyukov@mail.ru)**Резюме****Цель исследования** – анализ результатов реваскуляризации миокарда в Российской Федерации при остром коронарном синдроме (ОКС) в 2022 г.**Материал и методы.** В анализ включены случаи инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST), острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST (ОКСбпST), случаи реваскуляризации миокарда при вышеуказанных формах ОКС, летальные исходы в зависимости от формы ОКС и метода выполненной реваскуляризации. Данные для анализа получены из мониторинга Минздрава России. Результаты мониторинга Минздрава России в разделе реваскуляризации при ОКС в 2022 г. сравнивались в динамике с национальными показателями предыдущих 4 лет, а также сопоставлялись с данными шведского регистра SWEDHEART annual report за 2021 г.**Результаты.** В 2022 г. в России с диагнозом ОКС госпитализировано 438 315 больных: с ОКСбпST – 287 470, с ИМпST – 150 845. Общее число госпитализаций при ОКС в расчете на 1 млн населения составило 2982: при ИМпST – 1026, а при ОКСбпST – 1956. Соотношение больных с диагнозами ИМпST/ОКСбпST составило 1:1,9. Частота проведения первичного чрескожного коронарного вмешательства (пЧКВ) имеет ежегодную положительную динамику и выросла с 36,8% в 2018 г. до 51,2% в 2022 г. Всего в 2022 г. в России ЧКВ было выполнено у 70,9% больных, госпитализированных с диагнозом ИМпST. На 1 млн населения было выполнено 727 ЧКВ при ИМпST, из которых пЧКВ составило 525.

В 2022 г. в стране зарегистрирован самый низкий показатель общей летальности при ИМпST за последние 5 лет – 11,2%.

ЧКВ подверглись 37% больных, госпитализированных с ОКСбпST. Летальность в общей группе больных с ОКСбпST – 2,9%.

**Заключение.** В 2022 г. по сравнению с 2020 и 2021 гг. число пациентов с ОКС, госпитализированных в стационары России, увеличилось за счет больных с ОКСбпST.

Доступность пЧКВ в 2022 г. в России достигла максимальных значений по сравнению с предыдущими годами – 51,2%, общее число ЧКВ при ИМпST зарегистрировано на уровне 70,9%, а летальность в целом по группе больных с ИМпST имела минимальные значения за последние 5 лет – 11,2%.

В 2022 г. в России зарегистрировано максимальное число ЧКВ при ОКСбпST за последние 5 лет, как в абсолютных (106 347), так и в относительных (37%) величинах. Летальность в общей группе больных с ОКСбпST составила 2,9% и приближается к средним допандемийным значениям – 2,7%.

**Ключевые слова:** Российская Федерация, острый коронарный синдром, реперфузия миокарда**Для цитирования:** Алякян Б.Г., Бойцов С.А., Маношкина Е.М., Ганюков В.И. Анализ российских национальных показателей реваскуляризации миокарда у больных с острым коронарным синдромом в 2022 г. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 260–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-260-269**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 09.08.2023

Принята к печати 08.09.2023

## Analysis of Russian national indicators of myocardial revascularization in patients with acute coronary syndrome in 2022

B.G. Alekhan<sup>1</sup>, S.A. Boytsov<sup>2</sup>, E.M. Manoshkina<sup>3</sup>, V.I. Ganyukov<sup>4</sup>✉

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

<sup>2</sup>National Medical Research Center of Cardiology named after academician E.I. Chazov, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Russian Research Institute of Health, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation

**Bagrat G. Alekhan**, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Science; orcid.org/0000-0001-6509-566X

**Sergey A. Boytsov**, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Director; orcid.org/0000-0001-6998-8406

**Elena M. Manoshkina**, Cand. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0001-6161-440X

✉ **Vladimir I. Ganyukov**, Dr. Med. Sci., Head of Department of Cardiac and Vascular Surgery; orcid.org/0000-0002-9704-7678, e-mail: ganyukov@mail.ru

### Abstract

**Objective.** To analyze the outcomes of revascularization for acute coronary syndrome (ACS) in the Russian Federation in 2022.

**Material and methods.** The analysis involved the number of occurred ST-elevation myocardial infarction (STEMI), non-ST elevation acute coronary syndrome (NSTEMI-ACS), the number of cases of myocardial revascularization in the above mentioned conditions, fatal cases depending on the ACS types and revascularization approaches. The data for analysis were obtained from the observation of the Ministry of Health of Russia. The monitoring results of the Ministry of Health of Russia in the section of revascularization in ACS in 2022 were compared in dynamics with the severity of the indicators of the previous 4 years, and were also compared with the data of the Swedish register SWEDHEART Annual Report for 2021.

**Results.** In 2022, 438,315 patients were hospitalized with a diagnosis of ACS, there were 287,470 with a diagnosis of NSTEMI-ACS, and 150,845 with STEMI. The ratio of patients with diagnoses of STEMI/NSTEMI-ACS was 1 : 1.9.

Primary percutaneous coronary intervention (pPCI) has an annual positive trend and increased from 36.8% in 2018 to 51.2% in 2022. In 2022, PCI was performed in 70.9% of cases STEMI in the Russian Federation. In 2022, 525 PCI were performed per 1 million population.

In 2022, the lowest mortality rate of STEMI (11,2%) over the past 5 years was registered in the Russian Federation.

PCI was performed in 37% of patients admitted with NSTEMI-ACS. Mortality in the general group of patients with NSTEMI-ACS – 2.9%.

**Conclusion.** In 2022, the number of patients with ACS admitted in hospitals of the Russian Federation increased due to patients with NSTEMI-ACS in anticipation from 2020–2021.

The availability of pPCI in 2022 in the Russian Federation reached its maximum values compared to past years – 51.2%, the total number of PCI in STEMI at the level of 70.9%, mortality from STEMI in the Russian Federation – the minimum values for the last 5 years – 11.2%.

In 2022, the highest number of PCI for NSTEMI-ACS over the past 5 years, both in absolute terms – in total 106,347 PCI were performed, and in relative terms – 37% of patients hospitalized with NSTEMI-ACS underwent PCI. Mortality in the general group of patients with NSTEMI-ACS is 2.9%, approaching the average value of years before the COVID-19 pandemic (2.7%) in the Russian Federation.

**Keywords:** Russian Federation, acute coronary syndrome, myocardial reperfusion

**For citation:** Alekhan B.G., Boytsov S.A., Manoshkina E.M., Ganyukov V.I. Analysis of Russian national indicators of myocardial revascularization in patients with acute coronary syndrome in 2022. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 260–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-260-269

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

Received August 9, 2023  
Accepted September 8, 2023

## Введение

Острый коронарный синдром (ОКС) – прогностически неблагоприятная форма ишемической болезни сердца. Реваскуляризация миокарда (чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ), тромболитическая терапия (ТЛТ), коронарное шунтирование (КШ)) при ОКС – один

из основных лечебных подходов, позволяющих значительно улучшить выживаемость пациентов [1–6]. Мониторинг заболеваемости и летальности, а также динамическая оценка стратегических и тактических приемов реваскуляризации миокарда у больных с ОКС позволяют выявлять недостатки и улучшать результаты лечения. В связи с этим в Российской Федерации прово-

дится ежегодный мониторинг и анализ основных показателей здоровья и лечения, связанных с ОКС [1–3].

Целью настоящей работы является анализ результатов реваскуляризации миокарда в России при ОКС в 2022 г.

### Материал и методы

Анализ результатов реваскуляризации миокарда при ОКС в 2022 г. проводился, так же как и в предшествующих работах [1–3], на основании ежегодных данных мониторинга Минздрава России по ОКС (Мониторинг мероприятий по снижению смертности от ишемической болезни сердца (письма Минздрава России от 13.03.2015 г. № 17-6/10/1-177 и от 24.07.2015 г. № 17-9/10/2-4128), в рамках которого сбор данных осуществляется ежемесячно, на портале ЦНИИОИЗ Минздрава России – Автоматизированная система мониторинга медицинской статистики (<http://asmms.mednet.ru>)).

В отличие от предыдущих публикаций [1–3], в настоящем исследовании анализировались и сопоставлялись данные, полученные из мониторинга Минздрава России в 2022 г., в сравнении с данными предшествующих 4 лет. Также проводилось сравнение с аналогичными параметрами, полученными в Шведском регистре в 2021 г. [6].

В регистре SWEDENHEART 2021 [6] представлены только абсолютные показатели госпитализации больных с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы (ИМпST) и больных с ИМ без подъема сегмента ST (ИМбпST), которых можно отнести к группе ОКСбпST высокого риска. К сожалению, нет возможности оценить весь объем больных с ОКСбпST, так как данные по числу госпитализированных с нестабильной стенокардией не представлены. Следовательно, если проводить параллели с мониторингом МЗ РФ, то данные шведских коллег могут сопоставляться в группе ИМпST и подгруппе ОКСбпST – ОКСбпST высокого риска (экстраполируя сюда данные ИМбпST из SWEDENHEART 2021).

По аналогичной с предыдущими публикациями методологии анализировались абсолютные, относительные расчетные показатели при ОКС по числу госпитализаций, количеству и формам реваскуляризации (реперфузии), летальности. Были сформированы две основные группы пациентов с ОКС: больные с ОКСбпST и с ИМпST. Подгруппы в группах формирова-

лись по методологии, описанной ранее [2]. Особое внимание уделено анализу наиболее тяжелых подгрупп ОКС – ОКСбпST высокого риска и ИМпST < 12 ч (инфаркт миокарда с подъемом ST, госпитализация в стационар в течение 12 ч от начала симптомов).

С учетом того, что мониторинг Минздрава России не содержит достаточной информации о проведении операций КШ у больных с ОКС, результаты данной лечебной стратегии не анализировались.

В настоящей работе применялись методы описательной статистики с представлением показателей в виде абсолютных и/или процентных значений. Статистическая значимость различий между показателями не оценивалась.

### Результаты

#### *Число случаев госпитализации больных с ОКС в России в 2022 г.*

В 2022 г. в России с диагнозом ОКС было госпитализировано 438 315 больных: с диагнозом ОКСбпST – 287 470, с ИМпST – 150 845 (рис. 1). Общее число госпитализаций при ОКС в расчете на 1 млн населения составило 2982: при ИМпST – 1026, при ОКСбпST – 1956 (табл. 1). Соотношение больных с диагнозами ИМпST/ОКСбпST составило 1:1,9.

Число госпитализаций больных с ОКС в России варьировало от 531 019 в 2018 г. до 438 315 – в 2022 г. Число пациентов с диагнозом ОКСбпST снижалось с 2018 по 2021 г. с 383 644 до 259 179, однако в 2022 г. отмечено увеличение показателя до 287 470. Частота госпитализаций пациентов с ИМпST с 2019 по 2021 г. имела тренд к уменьшению, но в 2022 г. она несколько увеличилась и достигла 150 845 (см. рис. 1).

Общее число госпитализаций при ОКС в расчете на 1 млн населения в России ежегодно снижалось – с 3612 в 2018 г. до 2707 – в 2021 г., а в 2022 г. отмечен рост данного показателя до 2982. Число больных с ОКСбпST на 1 млн населения демонстрирует аналогичный тренд: ежегодное снижение до 2021 г. – с 2610 до 1763, а в 2022 г. этот показатель достиг 1956. По частоте госпитализаций пациентов с ИМпST на 1 млн населения тенденция к уменьшению отмечалась с 2019 по 2021 г., однако в 2022 г. показатель достиг 1026 (см. табл. 1). Соотношение больных с диагнозами ИМпST/ОКСбпST в 2018–2022 гг. колебалось в диапазоне от 1:1,9 до 1:2,6.

Для сравнения: в Швеции в 2021 г. на 1 млн населения был госпитализирован 571 пациент

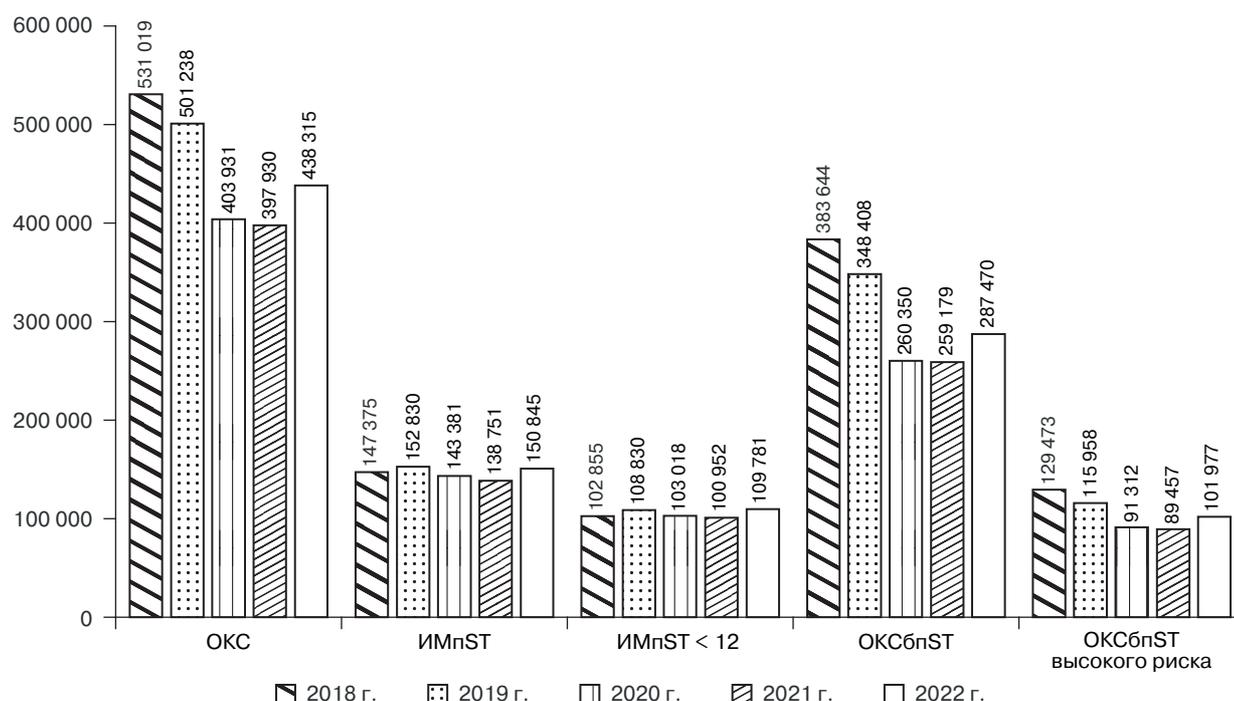


Рис. 1. Абсолютное число пациентов, госпитализированных в стационары в 2018–2022 гг. с различными формами ОКС.

ОКС – число случаев любых форм острого коронарного синдрома; ИМпST – число случаев инфаркта миокарда с подъемом ST, включая ИМпST < 12; ИМпST < 12 – число случаев инфаркта миокарда с подъемом ST, госпитализированных в стационар в течение 12 ч от начала симптомов; ОКСбпST – число случаев острого коронарного синдрома без подъема сегмента ST, включая ОКСбпST высокого риска

Таблица 1

**Динамика числа госпитализированных больных с различными формами ОКС в расчете на 1 млн населения в Российской Федерации в 2018–2022 гг. в сравнении с данными регистра SWEDENEART за 2021 г. [6]**

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Швеция 2021 г.
Все формы ОКС	3612	3410	2748	2707	2982	–
ОКСбпST	2610	2370	1771	1763	1956	–
ОКСбпST высокого риска	881	789	621	609	694	876*
ИМпST	1003	1040	975	944	1026	571
ИМпST < 12 ч от начала симптомов	670	738	700	687	747	–

\*Представленный показатель – ИМбпST, данных о числе случаев ОКСбпST высокого риска в регистре SWEDENEART 2021 нет.

с диагнозом ИМпST и 876 – с диагнозом ИМбпST (см. табл. 1).

**Количественные и качественные показатели реваскуляризации миокарда при ИМпST в России в 2022 г.**

В таблицах 2 и 3 представлены количественные и качественные показатели реваскуляризации миокарда при ИМпST с 2018 по 2022 г.

Согласно полученным данным, в 2022 г. в России было выполнено максимальное число ЧКВ при ИМпST за последние 5 лет – 106 950 операций, что превысило показатель 2018 г. на 32%. Количество первичных ЧКВ (пЧКВ) также в 2022 г. достигло максимальных значений –

77 250, что превысило показатель 2018 г. на 42%. Динамика показателей реваскуляризации наглядно продемонстрирована на рисунке 2: так, приоритетный метод реваскуляризации миокарда при ИМпST – пЧКВ имеет ежегодную положительную динамику, частота его использования выросла с 36,8% в 2018 г. до 51,2% в 2022 г. На 1 млн населения в 2022 г. было выполнено 525 пЧКВ.

Анализ общего числа ЧКВ и ТЛТ при ИМпST представлен на рисунке 3. В 2022 г. в России у больных с ИМпST ЧКВ выполнено в 70,9% случаев. Этот объем складывался из приоритетного способа ЧКВ при ИМпST – пЧКВ – 51,2% (ЧКВ в течение 12 ч от начала

Динамика количественных показателей реперфузионной терапии при ИМпСТ за 2018–2022 гг.

Показатель	2018 г.	2019 г.	Среднее значение в 2018–2019 гг.	2020 г.	2021 г.	Среднее значение в 2020–2021 гг.	2022 г.
ЧКВ при ИМпСТ (абс.)	83 243	95 536	89 389	90 817	99 515	95 166	106 950
пЧКВ (абс.)	54 221	63 713	58 967	63 133	69 658	66 395	77 250
пЧКВ (% от ИМпСТ)	36,8	41,4	39,1	44,0	50,2	47,1	51,2
пЧКВ (% от ЧКВ при ИМпСТ)	65,1	66,7	66,0	69,5	70,0	69,7	72,2
ТЛТ (абс.)	40 221	38 682	39 451	34 295	32 116	33 205	34 417
ТЛТ (% от ИМпСТ)	27,3	25,3	26,3	24,0	23,1	23,6	22,8
Без реперфузии (абс.)	52 907	47 746	50 326	48 906	37 046	42 976	39 178
Без реперфузии (% от ИМпСТ)	35,9	33,3	34,6	32,0	26,7	29,3	26,0
Позднее ЧКВ (абс.)	29 022	31 823	30 422	27 684	29 947	28 771	29 700
Позднее ЧКВ (% от ЧКВ при ИМпСТ)	34,9	33,3	34,0	30,5	30,0	30,3	27,8
пЧКВ на 1 млн населения	369	433	401	429	474	451	525
ТЛТ+ЧКВ в течение 24 ч (абс.)	14 936	18 072	16 504	17 134	19 256	18 195	20 018
ТЛТ+ЧКВ в течение 24 ч (% от всей ТЛТ)	37,0	47,0	42,0	50,0	60,0	55,0	58,0

Примечания. Из группы пЧКВ в настоящей работе исключены больные с ИМпСТ, которым ЧКВ выполнено в промежутки времени от 12 до 48 ч от начала симптомов заболевания. Выделение такой группы пациентов сложно, она малочисленна, и анализ ее в мониторинге Минздрава России не представлен.

% от ИМпСТ – процент переменной от общего числа ИМпСТ в России за год; без реперфузии – больные с ИМпСТ, которым не выполнены ни пЧКВ, ни ТЛТ; пЧКВ – ЧКВ симптомзависимого стеноза, выполненное в течение 12 ч от начала симптомов ИМпСТ у больного, не получавшего предварительно тромболитическую терапию.

Динамика качественных показателей пЧКВ при ИМпСТ за 2018–2022 гг.

Показатель	2018 г.	2019 г.	Среднее значение в 2018–2019 гг.	2020 г.	2021 г.	Среднее значение в 2020–2021 гг.	2022 г.
Время симптом-баллон, мин	238	223	230	231	233	232	232
Время симптом-звонок, мин	118	115	116	123	125	124	119
Время звонок-баллон, мин	120	108	114	108	108	108	113

Примечание. Время симптом-баллон – время от начала симптомов ИМпСТ до восстановления антеградного кровотока в инфарктзависимой артерии; время симптом-звонок – время от начала симптомов ИМпСТ до обращения больного в скорую медицинскую помощь (время «ответственности больного»); время звонок-баллон – время от момента обращения больного с ИМпСТ в скорую медицинскую помощь до восстановления антеградного кровотока в инфарктзависимой артерии (время «ответственности системы здравоохранения»).

ИМпСТ) и остальных способов ЧКВ при ИМпСТ, которые, в свою очередь, были представлены ЧКВ после 12 ч – 6,4% и ЧКВ в течение 24 ч после ТЛТ – 13,3%. В данном случае рассматривается процент ЧКВ, выполненных у всех больных, госпитализированных с диагнозом ИМпСТ.

С учетом особого внимания к приоритетному способу лечения ИМпСТ – пЧКВ на рисунке 4 приведена динамика соотношения пЧКВ / ЧКВ после 12 ч / ЧКВ в течение 24 ч после ТЛТ в России в 2018–2022 гг. В течение 5 лет можно наблюдать ежегодную положительную динамику, которая обусловлена, с одной стороны, увеличением доли пЧКВ среди всего объема еже-

годных ЧКВ, выполняемых при ИМпСТ – с 65% в 2018 г. до 72,2% – в 2022 г., с другой – снижением доли ЧКВ при ИМпСТ, выполненных в поздние сроки (после 12 ч от начала симптомов).

Фармакоинвазивный подход (ТЛТ+ЧКВ в течение 24 ч от начала ТЛТ) стал более активно использоваться в течение последних 5 лет (см. табл. 2; рис. 5), с максимальными цифрами в 2021 и 2020 гг. – 60 и 58% соответственно.

Такие качественные показатели реваскуляризации при ИМпСТ, как временные промежутки симптом-баллон, симптом-звонок и звонок-баллон, не претерпели изменений за 2018–2022 гг. (см. табл. 3).

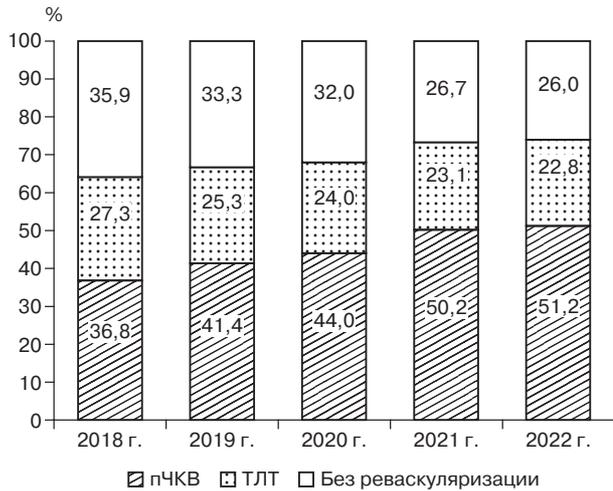


Рис. 2. Динамика частоты проведения экстренной реваскуляризации миокарда при ИМпСТ в России в 2018–2022 гг.

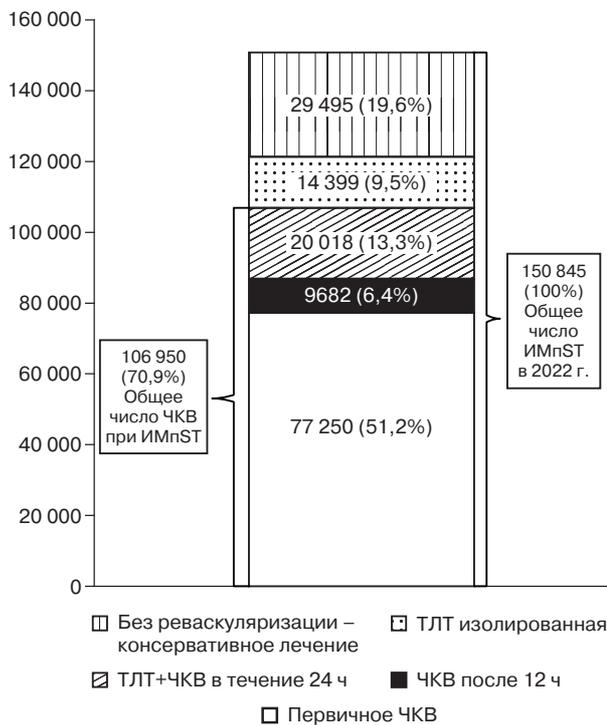


Рис. 3. Соотношение ТЛТ и различных видов ЧКВ при ИМпСТ, выполненных в России в 2022 г. ТЛТ изолированная – ТЛТ без последующего ЧКВ; ТЛТ+ЧКВ в течение 24 ч – фармакоинвазивная стратегия; ЧКВ после 12 ч – ЧКВ при ИМпСТ, выполненное после 12 ч от начала симптомов

В 2022 г. в России зарегистрирован самый низкий показатель общей летальности при ИМпСТ за последние 5 лет – 11,2% (рис. 6). В то же время показатель летальности 5,8% среди пациентов, которым было выполнено пЧКВ в 2022 г., значительно не отличался от данных предыдущих лет.

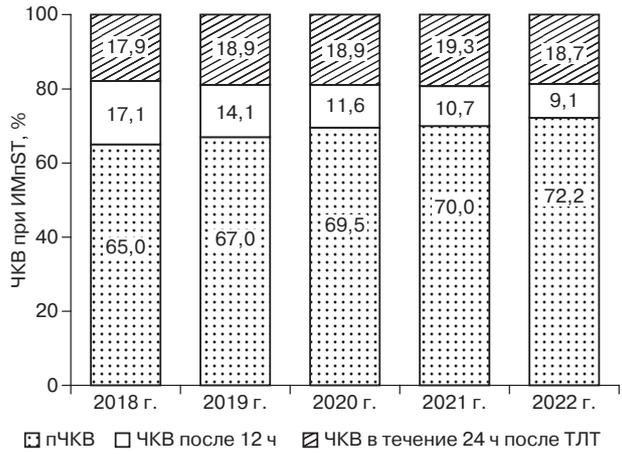


Рис. 4. Динамика соотношения пЧКВ / ЧКВ после 12 ч / ЧКВ в течение 24 ч после ТЛТ в России в 2018–2022 гг.

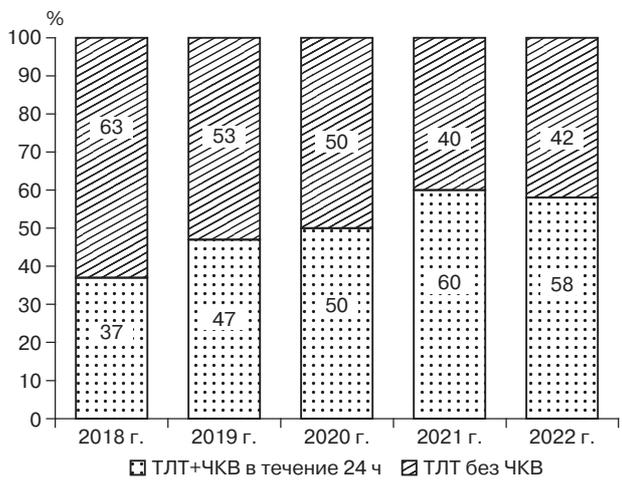


Рис. 5. Динамика частоты проведения тромболитической терапии, завершившейся ЧКВ в течение 24 ч (фармакоинвазивный подход) при ИМпСТ в России в 2018–2022 гг.

В 2021 г. в Швеции в 85% случаев больным с ИМпСТ было выполнено пЧКВ, ТЛТ – только в 3% случаев, а у 12% – реваскуляризация не проводилась. На 1 млн населения было выполнено 473 пЧКВ. Общая летальность в группе ИМпСТ составила 7,5%. Отлично выглядят качественные показатели реваскуляризации миокарда при ИМпСТ: время симптом-баллон – 165 мин, симптом-звонок – 85 мин и звонок-баллон – 80 мин [6].

**Количественные и качественные показатели реваскуляризации при ОКСбпСТ в России в 2022 г.**

Количественные и качественные показатели реваскуляризации миокарда при ОКСбпСТ за последние 5 лет отражены в таблице 4. В 2022 г. зарегистрировано максимальное число ЧКВ при ОКСбпСТ за последние 5 лет, как в абсо-

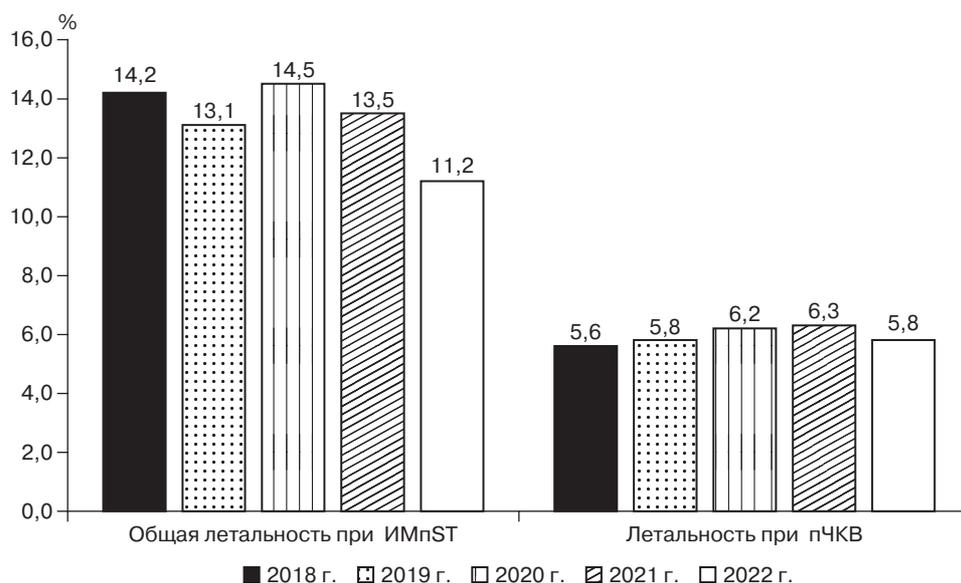


Рис. 6. Летальность при ИМпСТ в общей группе и при пЧКВ в период до пандемии COVID-19, во время и после нее

Таблица 4

Динамика количественных и качественных показателей реваскуляризации при ОКСбпСТ в Российской Федерации в 2018–2022 гг.

Показатель	2018 г.	2019 г.	Среднее значение в 2018–2019 гг.	2020 г.	2021 г.	Среднее значение в 2020–2021 гг.	2022 г.
ЧКВ при ОКСбпСТ (абс.)	84 218	91 429	87 823	78 461	92 483	85 472	106 347
ЧКВ при ОКСбпСТ (% от ОКСбпСТ)	22,0	26,0	24,0	30,1	35,7	32,9	37,0
ЧКВ при ОКСбпСТ высокого риска (абс.)	46 269	48 263	47 266	42 379	48 430	45 404	54 837
ЧКВ при ОКСбпСТ высокого риска (% от ОКСбпСТ высокого риска)	35,7	42,0	38,8	46,0	54,0	50,0	54,0
Летальность при ОКСбпСТ, %	2,7	2,7	2,7	4,1	3,9	4,0	2,9
Летальность при ЧКВ у больных с ОКСбпСТ, %	1,4	1,4	1,4	1,8	1,8	1,8	1,7
Летальность при ЧКВ у больных с ОКСбпСТ высокого риска, %	2,1	2,3	2,2	2,8	2,9	2,8	2,8

Примечание. % от ОКСбпСТ – процент переменной от общего числа ОКСбпСТ в России за год.

лутных цифрах (106 347), так и в относительных (37%), у больных, госпитализированных с ОКСбпСТ. При этом, несмотря на возросший абсолютный показатель ЧКВ у больных с ОКСбпСТ высокого риска – 54 837, относительная цифра составила 54% и была сопоставима с 2021 г. Летальность в общей группе больных с ОКСбпСТ составила 2,9%, приближаясь к средним значениям в годы до пандемии COVID-19 – 2,7% и существенно ниже летальности в годы пандемии, когда средний уровень летальности был равен 4%. Летальность в общей группе больных с ОКСбпСТ высокого риска и при ЧКВ в 2022 г. сохранилась на уровне 2021 г. с незначительной тенденцией к снижению – 2,8%/1,7% и 2,9%/1,8% соответственно.

В SWEDENEART Annual report за 2021 г. доступны только данные по ИМбпСТ, что может соответствовать результатам лечения ОКСбпСТ высокого риска в России. В 2021 г. в Швеции ЧКВ при ИМбпСТ было выполнено в 87% случаев, с летальностью 3% [6].

### Обсуждение

Для решения вопросов доступности пЧКВ для больных с ИМпСТ в Европе в 2008 г. начал свою работу проект Европейской ассоциации чрескожных сердечно-сосудистых интервенций – инициатива «Stent for Life» [7]. Российское научное общество специалистов по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, представляющее нашу страну в 2016 г., стало

членом Европейской инициативы «Stent for Life» и после реформирования организации в инициативу «Stent-Save a Life» продолжает активно участвовать в мероприятиях организации [8, 9]. Цель этой инициативы заключается во внедрении национальных программ по организации ЧКВ при ИМпСТ для снижения смертности [10], что соответствует основным пунктам Федерального проекта от 2018 г. «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» (<https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravooхранenie/bssz>).

Динамическое мониторинговое показателем заболеваемости, летальности и реваскуляризации миокарда при ОКС является основой последующих стратегических и тактических организационно-терапевтических мероприятий по лечению острых форм ИБС. Национальный и европейский вклад в данном направлении представлен публикациями, которые составляют основу для анализа и принятия решений [1–3, 6, 9, 11]. В настоящей статье, анализирующей результаты реваскуляризации миокарда в России при ОКС в 2022 г., сопоставление выполнено с национальными показателями за последние 5 лет и с данными одного из наиболее полных европейских регистров — SWEDENHEART Annual report за 2021 г.

В 2022 г. по сравнению с 2020 и 2021 гг. (периодом пандемии COVID-19) общее число госпитализированных пациентов с ОКС в России увеличилось примерно на 9,3%. Однако по-прежнему значительно меньше больных с острыми формами ИБС поступали в стационары страны в 2022 г. по сравнению с 2018–2019 гг. (периодом, предшествовавшим пандемии COVID-19). В среднем число госпитализаций больных с ОКС в 2022 г. меньше на 17,7%, чем в годы перед началом пандемии (см. рис. 1).

Интересно, что если число госпитализаций по поводу ИМпСТ в 2022 г. (150 845) достигло значений, которые регистрировались перед пандемией — в среднем 150 102 в 2018–2019 гг., то число поступлений в стационар с ОКСбпСТ в 2022 г., превысив средний показатель 2020–2021 гг. на 10,7%, значительно меньше (на 27,3%), чем в среднем госпитализировалось в 2018–2019 гг. (см. рис. 1).

Соотношение больных с диагнозами ИМпСТ и ОКСбпСТ в 2022 г. было 1:1,9 и приближалось к показателям 2020–2021 гг. — 1:1,8–1,9, однако было значительно меньшим, чем в 2018–2019 гг. — 1:2,3–2,6.

Число госпитализаций больных с ИМпСТ < 12 ч в 2022 г. имело максимальный показатель за последние 5 лет — 747 на 1 млн населения (см. табл. 1).

Динамика поступивших в стационар пациентов подгруппы ОКСбпСТ высокого риска к 2022 г. характеризовалась аналогичными процессами, как и в целом в группе ОКСбпСТ. В 2022 г. было госпитализировано 694 пациента на 1 млн населения, что на 11,3% больше, чем средний показатель за годы пандемии COVID-19 (2020–2021 гг.) — 615, и значительно меньше (на 20,3%), чем в среднем госпитализировалось до пандемии в 2018–2019 гг. — 835 (см. табл. 1). Доля госпитализаций больных с диагнозом ОКСбпСТ высокого риска среди общей группы ОКСбпСТ, проходивших лечение в стационаре в 2022 г., составила 35%. На протяжении последних 5 лет по данному показателю в России сохраняется стабильность, цифры варьируют незначимо (33–35%).

Подводя итог анализу госпитализаций больных с ОКС за последние 5 лет, необходимо отметить, что в 2022 г. было зарегистрировано постепенное возрастание госпитализаций больных по сравнению с 2020–2021 гг., которое еще не достигло показателей 2018–2019 гг. Таким образом, этот тренд происходит за счет ОКСбпСТ, тогда как частота госпитализаций при ИМпСТ остается практически на одном уровне. Уменьшение госпитализаций больных с ОКС в 2020–2021 гг. связывалось нами ранее с периодом пандемии COVID-19 [3].

В 2021 г. в Швеции число пациентов, госпитализированных с диагнозом ИМпСТ на 1 млн населения, было почти в 2 раза меньше, чем в 2022 г. в России (571 против 1026 соответственно). Число больных с ИМбпСТ, прошедших стационарное лечение, в Швеции в 2021 г. составляло 876 на 1 млн населения. Это соответствует числу всех больных, госпитализированных с ОКСбпСТ в России в 2018 г. — 881 и значительно больше, чем уровень госпитализации больных с ОКСбпСТ высокого риска в России в 2022 г. — 694 (см. табл. 1).

По количественным и качественным показателям реваскуляризации миокарда при ИМпСТ в 2022 г. отмечается продолжающаяся положительная динамика по сравнению с 2018–2021 гг.: частота пЧКВ увеличилась до 51,2%, регистрируется самый высокий уровень пЧКВ на 1 млн населения — 525, общая летальность при

ИМпСТ имеет самый низкий показатель за последние 5 лет – 11,2%.

Отрицательными факторами, сохранившись в 2022 г. в России, являются продолжительные временные промежутки доступности пЧКВ (например, в 2022 г. время симптом-баллон в России составило 232 мин, тогда как в Швеции в 2021 г. – 165 мин), сохраняющийся высокий уровень ТЛТ (22,8% в России в 2022 г. и 3% в Швеции в 2021 г.), высокий процент больных, оставшихся без реперфузии (26 и 12% соответственно).

Детальный анализ общего числа ЧКВ при ИМпСТ (см. рис. 3) показывает довольно высокий уровень эндоваскулярного лечения – 70,9%, что, однако, не должно вводить нас в заблуждение и успокаивать медицинскую общественность. Только пЧКВ, доля которого в России в 2022 г. составила 51,2% (в Швеции в 2021 г. – 85%), является истинным критерием доступности ЧКВ при ИМпСТ. Этот показатель четко определен для национальных систем здравоохранения как целевой в инициативе «Stent for Life» [10] – более 70% пЧКВ при ИМпСТ.

Вопрос количества пЧКВ на 1 млн населения требует дополнительного обсуждения. В документах «Stent for Life» [9] указывается, что целевой национальный показатель пЧКВ при ИМпСТ должен соответствовать уровню 600 и более вмешательств. В России в 2022 г. этот показатель выглядит весьма неплохо – 525. В то же время в Швеции в 2021 г. он был равен 473 пЧКВ на 1 млн населения, что выглядит значительно хуже. Однако все становится на свои места, когда мы сравниваем количество госпитализаций с диагнозом ИМпСТ на 1 млн населения в России и Швеции – 1026 и 571 соответственно. С учетом этого показатель 600 пЧКВ на 1 млн населения, выдвинутый экспертами «Stent for Life» как целевой, может быть подвергнут серьезной критике и ориентация на показатель более 70% пЧКВ при ИМпСТ представляется более целесообразной.

В литературе не определены целевые показатели реваскуляризации при ОКСбпСТ [5]. С учетом этого об эффективности реваскуляризации можно судить только на основании динамической оценки количественных и качественных критериев реваскуляризации миокарда и сопоставления их с признанными примерами национальных регистров. Анализ 5-летних результатов реваскуляризации при ОКСбпСТ в России и сопоставление этих данных с лече-

нием пациентов с ОКСбпСТ в Швеции в 2021 г. выявил следующие тенденции. В 2022 г. в России: 1) у госпитализированных с ОКСбпСТ зарегистрировано максимальное число ЧКВ как в абсолютных цифрах (106 347), так и в относительных (37%); 2) летальность в общей группе больных с ОКСбпСТ 2,9% – это близко к средним значениям в годы до пандемии COVID-19 (2,7%) и существенно ниже летальности в годы пандемии, когда средний уровень летальности был 4%; 3) относительная цифра ЧКВ у больных с ОКСбпСТ высокого риска в 54% была сопоставима с 2021 г. и значимо меньше, чем при ЧКВ у больных с ИМбпСТ в Швеции в 2021 г. – 87%; 4) летальность в общей группе больных с ОКСбпСТ высокого риска и при ЧКВ в этой тяжелой группе больных в 2022 г. сохранилась на уровне 2021 г. – 2,8 и 1,7% соответственно, что было значимо меньше, чем летальность при ЧКВ у больных с ИМбпСТ в Швеции в 2021 г. – 3%.

В завершении хотелось бы поднять вопрос о необходимости реструктуризации параметров, внесенных в мониторинг Минздрава России по ОКС. Аналитическая работа с данными мониторинга, дефиниции, вводимые современными международными и российскими национальными рекомендациями, прогресс лечебного процесса обуславливают необходимость более точного и глубокого изучения данных по реваскуляризации миокарда при ОКС, которые должны решаться путем введения новых и/или модернизации существующих показателей.

### Заключение

В 2022 г. по сравнению с 2020 и 2021 гг. число пациентов с ОКС, госпитализированных в стационары России, увеличилось за счет больных с ОКСбпСТ.

Доступность пЧКВ в 2022 г. в РФ достигла максимальных значений в сравнении с предыдущими годами – 51,2%, общее число ЧКВ при ИМпСТ зарегистрировано на уровне 70,9%, а летальность в целом по группе больных с ИМпСТ в РФ имела минимальные значения за последние 5 лет – 11,2%.

В 2022 г. в России зарегистрировано максимальное число ЧКВ при ОКСбпСТ за последние 5 лет, как в абсолютных – 106 347, так и в относительных – 37% величинах соответственно. Летальность в общей группе больных с ОКСбпСТ составила 2,9% и приближается к средним значениям в годы до пандемии COVID-19 – 2,7%.

## Литература/References

1. Алекян Б.Г., Ганюков В.И., Маношкина Е.М., Протопопов А.В., Скрыпник Д.В., Кислукхин Т.В. Реваскуляризация при инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST в Российской Федерации. Анализ результатов 2018 года. *Эндоваскулярная хирургия*. 2019; 2: 89.  
Alekyan B.G., Ganyukov V.I., Manoshkina E.M., Protopyov A.V., Skrypnik D.V., Kislukhin T.V. Revascularization for ST-segment elevation myocardial infarction in the Russian Federation. Analysis of 2018 results. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2019; 2: 89 (in Russ.).
2. Алекян Б.Г., Бойцов С.А., Маношкина Е.М., Ганюков В.И. Реваскуляризация миокарда в Российской Федерации при остром коронарном синдроме в 2016–2020 гг. *Кардиология*. 2021; 61 (12): 4–15.  
Alekyan B.G., Boytsov S.A., Manoshkina E.M., Ganyukov V.I. Myocardial revascularization in the Russian Federation for acute coronary syndrome in 2016–2020. *Cardiology*. 2021; 61 (12): 4–15 (in Russ.).
3. Алекян Б.Г., Бойцов С.А., Ганюков В.И., Маношкина Е.М. Влияние пандемии COVID-19 на реваскуляризацию миокарда у больных с острым коронарным синдромом в Российской Федерации. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2022; 18 (4): 411–9.  
Alekyan B.G., Boytsov S.A., Ganyukov V.I., Manoshkina E.M. Impact of the COVID-19 pandemic on myocardial revascularization in patients with acute coronary syndrome in the Russian Federation. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2022; 18 (4): 411–9 (in Russ.).
4. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucciarelli-Ducci C., 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
5. Collet J.P., Thiele H., Barbato E., Barthélémy O., Bauersachs J., Bhatt D.L. et al. ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur. Heart J*. 2020; ehaa575. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575
6. SWEDEHEART Annual report 2021. <https://www.ucr.uu.se/swedeheart/dokument-sh/arsrapporter-sh/aeldrearsrapporter-older-reports/arsrapport-2021> (accessed 25 May 2023)
7. Widimsky P., Wijns W., Kaifoszova Z. Stent for Life: how this initiative began? *EuroIntervention*. 2012; 8 (Suppl. P). 8–9.
8. Wein B., Bashkireva A., Au-Yeung A., Yoculan A., Vinereanu D., Deleanu D. et al. Systematic investment in the delivery of guideline-coherent therapy reduces mortality and overall costs in patients with ST-elevation myocardial infarction: results from the Stent for Life economic model for Romania, Portugal, Basque Country and Kemerovo region. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care*. 2020; 9 (8): 902–10. DOI: 10.1177/2048872619853959
9. Kristensen S.D., Laut K.G., Fajadet J., Kaifoszova Z., Kala P., Di Mario C. et al. European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions. Reperfusion therapy for ST elevation acute myocardial infarction 2010/2011: current status in 37 ESC countries. *Eur. Heart J*. 2014; 35 (29): 1957–70. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx529
10. Stent for life. How to guide. Stent for Life is a joint initiative between the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), a registered branch of the European Society of Cardiology (ESC), and EuroPCR. [https://www.researchgate.net/publication/283449706\\_Stent\\_for\\_Life\\_Initiative\\_How\\_to\\_Guide](https://www.researchgate.net/publication/283449706_Stent_for_Life_Initiative_How_to_Guide) (accessed 25 May 2023)
11. Pereira H., Naber C., Wallace S., Gabor T., Abdi S., Alekyan B. et al. Stent-Save a Life international survey on the practice of primary percutaneous coronary intervention during the COVID-19 pandemic. *Rev. Port. Cardiol*. 2022; 41 (3): 221–7. DOI: 10.1016/j.repc.2021.04.006

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.132.2-089.819.5

## Измерение моментального резерва кровотока как метод физиологической оценки результатов чрескожных коронарных вмешательств

И.А. Абоян, Я.В. Куликовских✉, В.В. Румбешт, Р.Х. Мкртчян, Р.А. Осокин, Д.В. Лавник, Д.С. Лужанский, Л.Г. Оганесян

ГБУ РО «Клинико-диагностический центр «Здоровье» в г. Ростове-на-Дону, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Абоян Игорь Артемович**, д-р мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0002-2798-368X

✉ **Куликовских Ярослав Владимирович**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-9234-995X, e-mail: rosweb@mail.ru

**Румбешт Виктория Викторовна**, канд. мед. наук, заведующая отделением кардиологии; orcid.org/0000-0003-0647-9393

**Мкртчян Роберт Хазарович**, заведующий кардиохирургическим отделением; orcid.org/0000-0002-9928-9312

**Осокин Роман Александрович**, заведующий отделением анестезиологии-реанимации № 2; orcid.org/0000-0001-7764-446X

**Лавник Дина Владимировна**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-9761-3510

**Лужанский Даниил Сергеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0788-1256

**Оганесян Лина Гамлетовна**, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-5614-5514

### Резюме

**Цель исследования** – физиологическая оценка результатов успешных, по данным ангиографии, чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при стабильной ИБС и анализ их функциональной оптимизации.

**Материал и методы.** В исследование включены 42 пациента со стабильной ИБС III–IV функционального класса, которым было проведено ЧКВ на 52 артериях с определением моментального резерва кровотока (МРК) по окончании интервенции. Оценивались значения показателя МРК и его дельты, доли пациентов с резидуальной ишемией, локальным/диффузным поражением целевой артерии, а также причины нецелевых показателей физиологии коронарного кровотока и возможности их коррекции.

**Результаты.** По данным оценки коронарного кровотока после проведения ангиографически успешной реваскуляризации медианный показатель МРК равнялся 0,94 [0,83–1,02], при этом у 19% пациентов (17% сосудов) значение МРК составило 0,89 и менее. В 78% случаев причиной ишемического значения МРК был ангиографически невыраженный локальный стеноз, в то время как в 22% случаев определялись диффузные изменения. Среди пациентов с остаточной ишемией физиологическая оптимизация результатов ЧКВ была технически возможна в 78% случаев и позволила добиться прироста показателя МРК с 0,86 [0,83–0,89] до 0,93 [0,85–0,96] ( $p = 0,017$ ) с увеличением доли целевых сосудов без резидуальной ишемии в исследуемой когорте с 83 до 96% ( $p = 0,027$ ).

**Заключение.** Физиологическая оптимизация результатов ангиографически успешных ЧКВ была необходима у каждого пятого пациента, технически возможна в большинстве случаев и характеризовалась улучшением итогового показателя МРК с увеличением доли целевых сосудов без резидуальной ишемии.

**Ключевые слова:** моментальный резерв кровотока, коронарная физиология, чрескожное коронарное вмешательство, ишемическая болезнь сердца

**Для цитирования:** Абоян И.А., Куликовских Я.В., Румбешт В.В., Мкртчян Р.Х., Осокин Р.А., Лавник Д.В., Лужанский Д.С., Оганесян Л.Г. Измерение моментального резерва кровотока как метод физиологической оценки результатов чрескожных коронарных вмешательств. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 270–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-270-279

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

Поступила 07.08.2023

Принята к печати 22.08.2023

## Measurement of instantaneous wave-free ratio as a method of physiological assessment of the results of percutaneous coronary interventions

I.A. Aboyan, Ya.V. Kulikovskikh✉, V.V. Rumbesht, R.Kh. Mkrтчyan, R.A. Osokin, D.V. Lavnik, D.S. Luzhanskiy, L.G. Oganesyanyan

Clinical and Diagnostic Center «Zdorovye» of Rostov-on-Don, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Igor A. Aboyan**, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0002-2798-368X

✉ **Yaroslav V. Kulikovskikh**, Cand. Med. Sci., Head of Interventional Cardiology and Radiology Department; orcid.org/0000-0002-9234-995X, e-mail: rosweb@mail.ru

**Viktoriya V. Rumbesht**, Cand. Med. Sci., Head of Department of Cardiology; orcid.org/0000-0003-0647-9393

**Robert Kh. Mkrtychyan**, Head of Cardiosurgical Department; orcid.org/0000-0002-9928-9312

**Roman A. Osokin**, Head of Department of Anesthesiology-Intensive Care № 2; orcid.org/0000-0001-7764-446X

**Dina V. Lavnik**, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-9761-3510

**Daniil S. Luzhanskiy**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0788-1256

**Lina G. Oganesyana**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5614-5514

### Abstract

**Objective:** physiological evaluation of the results of successful angiographic percutaneous coronary interventions (PCI) in stable coronary artery disease and analysis of their functional optimization.

**Material and methods.** The analysis included 42 patients with stable coronary artery disease of functional class III–IV, who underwent PCI on 52 arteries with the evaluation of the instantaneous wave-free ratio (iFR) at the end of the intervention. The values of iFR and its delta, the proportion of patients with residual ischemia, local/diffuse disease of the target artery, as well as the causes of ischemic iFR and ways of their correction were evaluated.

**Results.** The median iFR after successful angiographic PCI was 0.94 [0.83–1.02], while in 19% of patients (17% of vessels) the iFR value was  $\leq 0.89$ . The reason for the ischemic value of iFR in 78% of the vessels was a focal lesion, not obvious angiographically, in 22% – diffuse disease. Among patients with residual ischemia, physiological optimization of PCI results was technically feasible in 78% of cases and made it possible to achieve an iFR increase from 0.86 [0.83–0.89] to 0.93 [0.85–0.96] ( $p = 0.017$ ) with an increase in the proportion of target vessels without residual ischemia in the study cohort from 83 to 96% ( $p = 0.027$ ).

**Conclusion.** Physiological optimization of the results of successful angiographic PCI was necessary in every fifth patient, was technically possible in most cases, and was characterized by an improvement in the final iFR with an increase in the proportion of target vessels without residual ischemia.

**Keywords:** instantaneous wave-free ratio, coronary physiology, percutaneous coronary intervention, coronary artery disease

**For citation:** Aboyan I.A., Kulikovskikh Ya.V., Rumbesht V.V., Mkrtychyan R.Kh., Osokin R.A., Lavnik D.V., Luzhanskiy D.S., Oganesyana L.G. Measurement of instantaneous wave-free ratio as a method of physiological assessment of the results of percutaneous coronary interventions. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 270–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-270-279

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

Received August 7, 2023  
Accepted August 22, 2023

## Введение

Методики физиологической оценки поражений коронарных артерий доказали свое преимущество перед ангиографией в обосновании целесообразности реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и активно используются в повседневной клинической практике [1–5]. По данным литературы, функциональная оценка стенозов позволила изменить тактику лечения 30–50% больных, а 15-летние результаты консервативного ведения пациентов с физиологически незначимыми поражениями подтвердили надежность обсуждаемой методики [6–10]. В настоящее время определение фракционного/моментального резерва кровотока (ФРК/МРК) для принятия решения о реваскуляризации при стабильной ИБС рекомендовано отечественными и зарубежными клиническими протоколами [11–13].

Большинство крупных исследований, посвященных интервенционной физиологии, проводилось в контексте определения тактики ведения пациента [1, 2, 10]. Однако выполнение ЧКВ на основе физиологической оценки поражений не означает, что реваскуляризация миокарда будет функционально оптимальной даже при получении хорошей итоговой ангиографической картины. Так, несмотря на более благоприятные отдаленные результаты физиологически обоснованного интервенционного лечения, частота больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в течение 5 лет в группе пациентов, которым проводили ЧКВ на основании оценки ФРК, в таких ключевых рандомизированных исследованиях, как FAME и FAME 2, составила 28 и 13,9% соответственно [14, 15]. Подобные результаты были получены и в исследованиях, посвященных изучению МРК [16, 17]. Кроме того, важно отметить факт сохранения симптомов стенокардии у каждого

пятого пациента в течение 1-го года после успешной реваскуляризации [18].

В последние годы активно изучается концепция физиологической оценки резидуальной ишемии после реваскуляризации, а имеющиеся данные демонстрируют клиническое и прогностическое значение определения коронарной физиологии при завершении интервенции. Установлено, что у существенной доли пациентов, которым было проведено ангиографически успешное ЧКВ, по окончании процедуры фиксировались субоптимальные показатели ФРК, что, в свою очередь, трансформировалось в неблагоприятные исходы [19–27]. В настоящее время отсутствуют специальные рекомендации по оценке физиологии коронарного кровотока после интервенции, а внедрение данной практики в клиническую работу остается ограниченным.

Цель настоящего исследования заключается в физиологической оценке результатов успешных, по данным ангиографии, ЧКВ у пациентов со стабильной ИБС и анализе их функциональной оптимизации.

### Материал и методы

В 2021 г. на базе КДЦ «Здоровье» в Ростове-на-Дону был запущен проспективный одноцентровый регистр методов оценки физиологии коронарного кровотока. В настоящее исследование включены 42 пациента со стабильной ИБС, которым было проведено ЧКВ на 52 артериях с определением моментального резерва кровотока по окончании интервенции. Медианный возраст пациентов составил 61 [46; 78] год, 74% респондентов были мужского пола. Демографические и клинические характеристики больных представлены в таблице 1.

Характер поражения сосудов по данным коронарографии и основные параметры ЧКВ отражены в таблицах 2 и 3 соответственно. У 38% пациентов решение о реваскуляризации принималось на основании результатов оценки МРК или внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ), в остальных случаях – по данным ангиографии ввиду наличия критического поражения, расположенного в проксимальном отделе крупной артерии. Важно отметить, что в исследуемой когорте отсутствовали стенозы ствола левой коронарной артерии 50% и более, у 24 (57%) из 42 пациентов вмешательство проводилось при поражении проксимального отдела передней нисходящей артерии

Таблица 1

### Демографические и клинические характеристики пациентов

Показатель	Значение (n=42)
Возраст, Ме [min–max], лет	61 [46–78]
Мужчины, n (%)	31 (74)
Курение, n (%)	16 (38)
Дислипидемия, n (%)	42 (100)
Сахарный диабет, n (%)	11 (26)
Артериальная гипертензия, n (%)	37 (88)
Ожирение, n (%)	14 (33)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	9 (21)
Реваскуляризация миокарда в анамнезе, n (%)	7 (17)
ЧКВ	6 (14)
КШ	1 (2)
Стенокардия напряжения, n (%)	42 (100)
III функциональный класс	39 (93)
IV функциональный класс	3 (7)
Фракция выброса левого желудочка, М ± SD, %	54,7 ± 7,8
Атеросклероз периферических артерий, n (%)	8 (19)
ХБП, n (%)	3 (7)

Примечание. КШ – коронарное шунтирование; ХБП – хроническая болезнь почек.

Таблица 2

### Характеристика поражения коронарных артерий

Показатель	Значение (n=42)
Целевой сосуд, n (%)	
передняя нисходящая артерия	31/52 (59,6)
правая коронарная артерия	17/52 (32,7)
огибающая ветвь	4/52 (7,7)
Степень стеноза целевой артерии, М ± SD, %	93,2 ± 4,9
Диаметр артерии в пораженном сегменте, М ± SD, мм	3,24 ± 0,42
Поражение ствола ЛКА ≥ 50%, n (%)	0
Наличие хронической окклюзии, n (%)	6 (14)
Хроническая окклюзия целевой артерии, n (%)	6/52 (12)
Умеренный/выраженный кальциноз, n (%)	8 (19)
Многососудистое поражение, n (%)	14 (33)

Примечание. ЛКА – левая коронарная артерия.

(ПНА), а в 12% случаев целевой сосуд был представлен хронической окклюзией. У 17% пациентов ЧКВ проводилось под контролем ВСУЗИ.

После решения оператора об успешности вмешательства и возможности его завершения во всех целевых сосудах проводилась оценка

Таблица 3

**Характеристика  
чрескожных коронарных вмешательств**

Показатель	Значение (n=42)
Лучевой доступ, n (%)	42 (100)
Оценка МРК перед ЧКВ, n (%)	12 (29)
Показатель МРК перед ЧКВ, Me [min – max]	0,74 [0,48–0,81]
ВСУЗИ перед ЧКВ, n (%)	4 (10)
Преддилатация, n (%)	47/52 (90)
Режущий баллонный катетер, n (%)	4/52 (8)
Постдилатация, n (%)	41/52 (79)
Стентирование, n (%)	50/52 (96)
Ангиопластика лекарственным баллоном, n (%)	2/52 (4)
Многососудистое ЧКВ, n (%)	10 (24)
Количество стентов, Me [min – max]	1 [0–3]
Длина стентированного сегмента артерии, Me [min – max], мм	38 [12–94]
ВСУЗИ после ЧКВ, n (%)	7 (17)

показателя МРК с использованием мобильной системы Volcano Core Mobile (Philips Volcano) и проводников Verrata с датчиком давления (Philips Volcano) по стандартному алгоритму. У пациентов, которым выполнялось многососудистое стентирование, МРК оценивался после завершения всех этапов реваскуляризации. В случае выявления резидуальной ишемии, определяемой как показатель МРК 0,89 и менее в целевом сосуде, мануально осуществлялась обратная протяжка проводника Verrata под контролем рентгеноскопии от дистального к проксимальному концу коронарной артерии с целью выявления локального участка(ов) ограничения кровотока. Протяжка осуществлялась без функции корегистрации и сопровождалась ангиографической фиксацией точек интереса.

В случае отсутствия при протяжке скачка(ов) показателя МРК поражение коронарной артерии расценивалось как диффузное.

В ходе исследования анализировались значения показателя МРК и его дельты, доли пациентов с резидуальной ишемией, локальным/диффузным поражением целевой артерии, а также причины нецелевых показателей физиологии коронарного кровотока и пути их коррекции.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программных пакетов SPSS (версия 21.0) и RevMap (версия 5.3). Использованы стандартные методы описательной статистики: количественные данные с нормальным распределением представлены как среднее значение со стандартным отклонением, количественные признаки с асимметричным распределением – как медиана с указанием диапазона, качественные данные – в виде абсолютных значений и процентной доли. При анализе результатов использованы критерий  $\chi^2$  Пирсона, точный тест Фишера, тест Уилкоксона. Критический уровень значимости  $p$  был определен как равный 0,05; значимым считали различия при  $p$  меньше 0,05.

### Результаты

Медиана МРК после ангиографически успешной реваскуляризации равнялась 0,94 [0,83–1,02], при этом у каждого пятого (19% пациентов и 17% сосудов) значение МРК составило 0,89 и менее, что указывало на наличие резидуальной ишемии, несмотря на проведенное интервенционное лечение (рис. 1). В группе с функционально оптимальным ЧКВ медианное значение МРК было 0,95 [0,90–1,02], у пациентов с остаточной ишемией – 0,86 [0,83–0,89]. Зависимости наличия ишемических значений

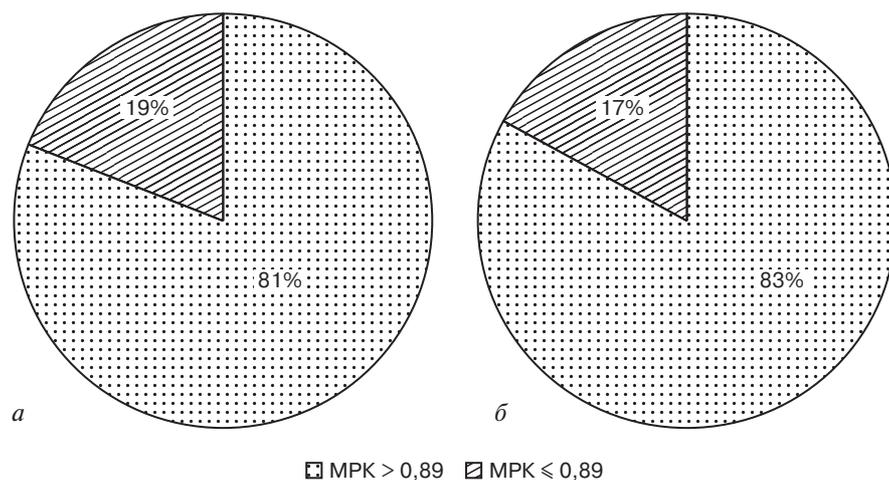


Рис. 1. Распределение пациентов (а) и целевых артерий (б) в зависимости от результатов оценки моментального резерва кровотока после ангиографически успешной реваскуляризации

**Анализ предикторов ишемических значений моментального резерва кровотока после ангиографически успешной реваскуляризации**

Предикторы	MPK > 0,89		MPK ≤ 0,89		Отношение шансов M–H, Fixed, 95% ДИ
	События	Объем выборки	События	Объем выборки	
<i>Демографические показатели</i>					
60 лет и старше	24	43	4	9	1,58 [0,37–6,70]
Мужской пол	26	43	5	9	1,22 [0,29–5,22]
<i>Сопутствующая патология</i>					
Сахарный диабет	9	43	2	9	0,93 [0,16–5,25]
ИМ в анамнезе	7	43	2	9	0,68 [0,12–3,99]
Генерализованный атеросклероз	5	43	3	9	0,26 [0,05–1,40]
<i>Ангиографические характеристики</i>					
Применение ВСУЗИ	7	43	0	9	3,90 [0,20–74,62]
ЧКВ на ХОКА	5	43	1	9	1,05 [0,11–10,27]
ПМЖВ как целевой сосуд	25	43	6	9	0,69 [0,15–3,15]

MPK после интервенции от ряда клинико-демографических и ангиографических показателей в ходе статистического анализа установлено не было (табл. 4).

Среди 12 (29%) из 42 пациентов, которым проводилось определение физиологии коронарного кровотока перед вмешательством, при завершении ЧКВ фиксировалось увеличение показателя MPK на 26% с дельтой 0,195 [0,10–0,42] ( $p=0,002$ ), при этом достичь неишемических значений MPK получилось только у 75% пациентов, в 25% (3 из 12) случаев были получены субоптимальные значения MPK.

В 9 (17%) сосудах, где регистрировалась остаточная ишемия после ЧКВ, была проведена обратная протяжка проводника с датчиком давления. В 44% случаев (4 из 9 артерий) с целью уточнения результатов обратной протяжки дополнительно проведено ВСУЗИ. Нами было установлено, что причиной субоптимального значения MPK в 78% (7 из 9) сосудов являлся локальный стеноз, который был ангиографически не выраженный (но значимый физиологически), а в 22% (2 из 9) – диффузные изменения.

Локальные поражения располагались проксимальнее стентированного участка в 2 (29%) артериях, в стенте – в 1 (14%), дистальнее стента – в 4 (57%) и во всех случаях были подвергнуты функциональной оптимизации (табл. 5). При диффузном характере изменений в коронарных артериях дополнительная интервенция не проводилась. Проксимальные/дистальные

стенозы были устранены с применением ангиопластики лекарственным баллоном или дополнительного стентирования (рис. 2, 3). У одного пациента с показателем MPK 0,87 и локализацией препятствия в стентированном сегменте по данным обратной протяжки дополнительное ВСУЗИ выявило неполное раскрытие стента, несмотря на проведенную оператором подготовку поражения и постдилатацию некомплаенным баллонным катетером. Повторная постдилатация некомплаенным баллоном на высоком давлении с пролонгированной экспозицией позволила увеличить минимальную площадь просвета стента и показатель MPK до 0,90. Таким образом, среди пациентов с остаточной ишемией (17%, или 9 из 52 исследуемых сосудов) физиологическая оптимизация ЧКВ была технически возможна в 78% (7 из 9) случаев и позволила добиться увеличения показателя

Таблица 5

**Методы коррекции резидуальной ишемии**

Показатель	Значение (n=7)
Дополнительное стентирование, n (%)	4 (57)
Ангиопластика лекарственным баллоном, n (%)	2 (29)
Дополнительная постдилатация, n (%)	1 (14)
Количество дополнительных стентов, Me [min – max]	1 [0–1]
MPK после оптимизации ЧКВ, Me [min – max]	0,94 [0,90–0,96]
Дельта MPK при оптимизации ЧКВ, Me [min – max]	0,10 [0,03–0,11]

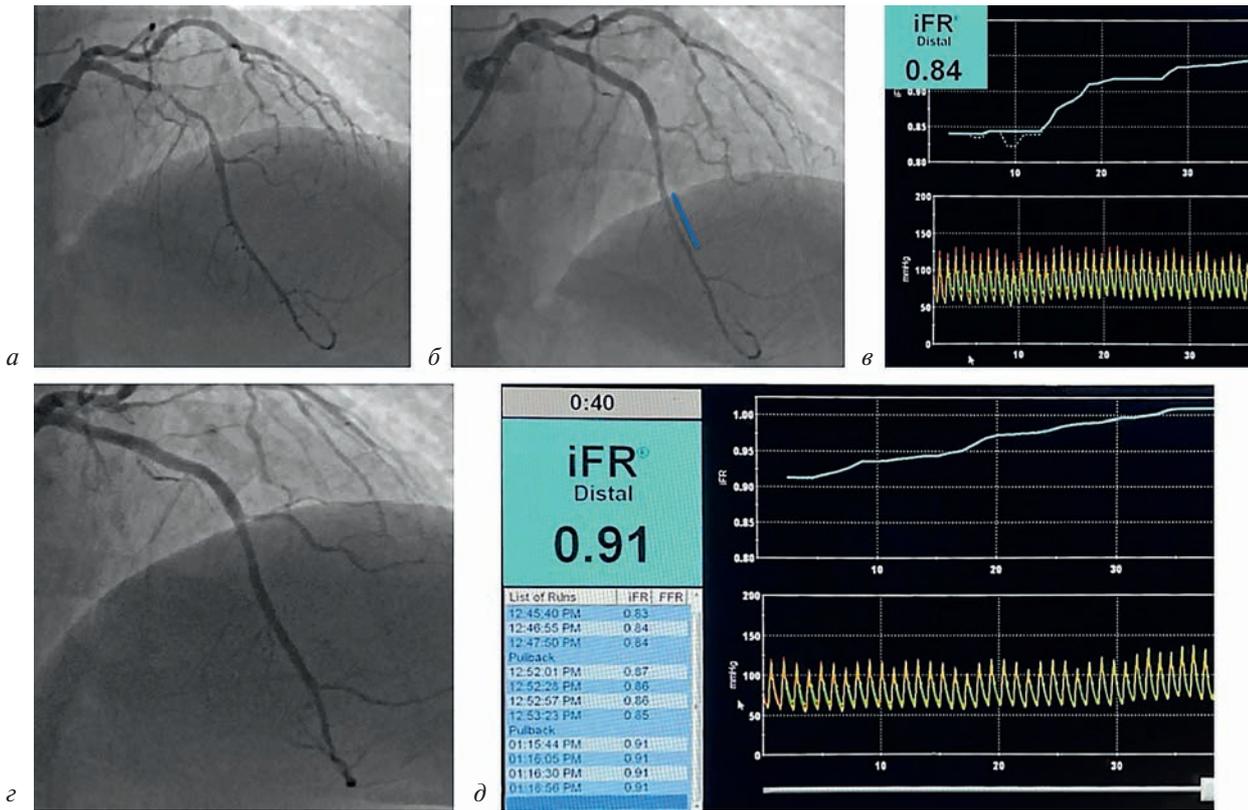


Рис. 2. Результаты обследования пациентки X., 74 лет, со стенокардией напряжения III ФК (клиническое наблюдение):

*а* – критическое поражение ПНА в проксимальном отделе; *б* – результат стентирования проксимальной трети ПНА (синей линией обозначен ангиографически не выраженный стеноз в среднем сегменте артерии); *в* – моментальный резерв кровотока при завершении ЧКВ демонстрирует наличие остаточной ишемии, обратная протяжка выявляет скачок кривой в зоне стеноза в среднем сегменте ПНА; наличие поражения подтверждено с помощью ВСУЗИ (см. рис. 3); *г* – коронарограмма после дополнительного стентирования среднего сегмента ПНА; *д* – результат физиологической оптимизации ЧКВ

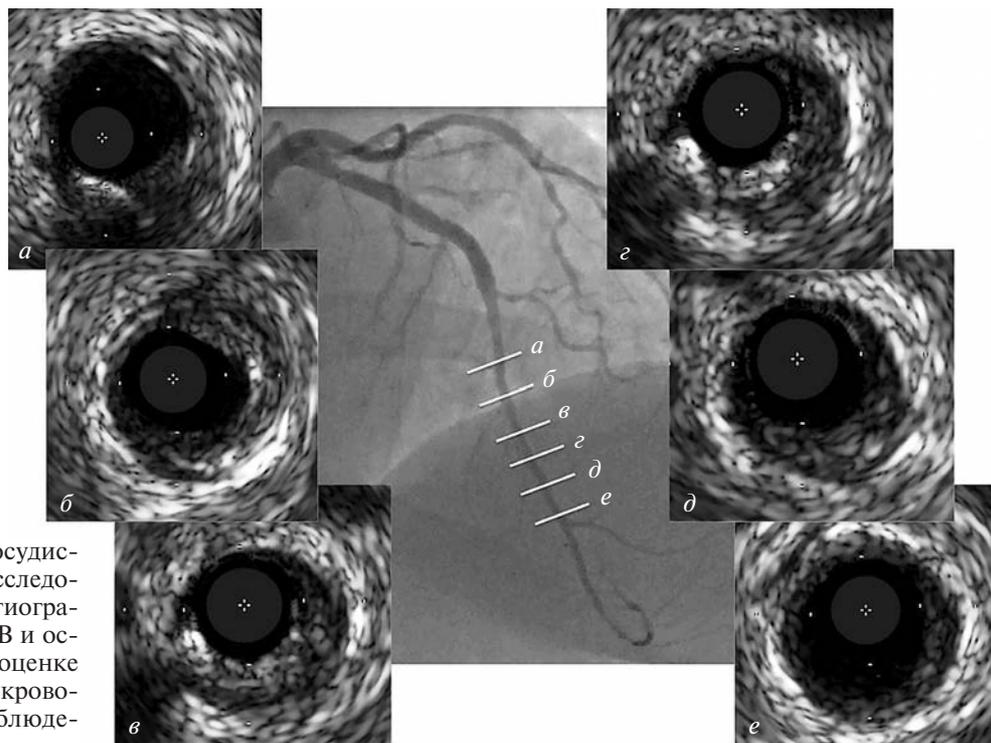


Рис. 3. Данные внутрисосудистого ультразвукового исследования у пациентки с ангиографически успешным ЧКВ и остаточной ишемией при оценке моментального резерва кровотока (клиническое наблюдение – см. рис. 2)

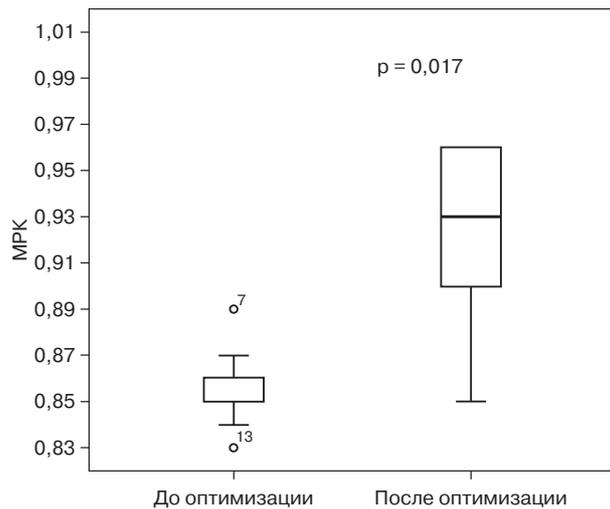


Рис. 4. Изменение показателя моментального резерва кровотока в целевых сосудах с остаточной ишемией в ходе физиологической оптимизации ангиографически успешных вмешательств

MPK с 0,86 [0,83–0,89] до 0,93 [0,85–0,96] ( $p=0,017$ ) (рис. 4).

В целом тактика физиологической оценки результатов реваскуляризации и при необходимости их функциональной оптимизации характеризовалась значимым улучшением итогового показателя MPK в исследуемой когорте пациентов ( $p=0,017$ ) с увеличением доли целевых сосудов без резидуальной ишемии с 83 до 96% ( $p=0,027$ ). Только в 4% случаев ввиду диффузного поражения артериального русла конечный показатель MPK составил менее 0,90.

### Обсуждение

Сегодня ЧКВ с применением современных лекарственных стентов позволяет эффективно проводить реваскуляризацию при стабильной ИБС, однако в дальнейшем, несмотря на успешные, по результатам ангиографии, вмешательства, у существенной части пациентов продолжают регистрироваться неблагоприятные клинические события, почти половина из которых приходится на ранее стентированные коронарные артерии [28, 29]. Практика принятия решения о реваскуляризации на основе физиологических характеристик поражений коронарных артерий позволила существенно сократить частоту неблагоприятных событий в отдаленные сроки наблюдения, но не свести их к минимальным показателям. Так, в крупных рандомизированных исследованиях FAME и FAME-2 среди пациентов, которым ЧКВ выполняли на основе показателя ФРК, частота неблагоприятных событий в течение 5 лет составила 28

и 13,9% соответственно [14, 15]. Данный факт можно объяснить тем, что реваскуляризация на основании оценки коронарной физиологии с последующим стентированием под ангиографическим контролем не обязательно означает выполнение функционально оптимального ЧКВ [19–21, 30]. Например, в регистровом исследовании DEFINE-PCI доля пациентов с показателем MPK 0,89 и менее после ангиографически успешного ЧКВ составила 24%, при этом в 81,6% случаев причиной было незначимое, по данным ангиографии, локальное поражение коронарной артерии, потенциально поддающееся коррекции, и только в 18,4% случаев – диффузные изменения [30]. В нашем исследовании показатель MPK 0,89 и менее после ангиографически успешного ЧКВ регистрировался у 19% пациентов (17% сосудов), из них в 78% случаев определялся локальный незначимый (по данным ангиографии) стеноз, а в 22% – диффузное поражение, что оказалось сопоставимо с результатами обсуждаемого выше DEFINE-PCI.

Доказано, что значение ФРК после ЧКВ и его дельта ассоциируются со степенью тяжести стенокардии, качеством жизни и прогнозом после реваскуляризации [19–21, 24–26, 31]. Post hoc анализ исследований FAME и FAME 2 продемонстрировал значимую разницу по частоте наступления сосудозависимых композитных точек при ФРК  $<0,92$  по сравнению с группой пациентов с ФРК  $\geq 0,92$  (8,7% против 4,2%;  $p=0,011$ ) [24]. T. Nishi et al., изучив когорту пациентов из FAME и FAME 2, установили, что величина прироста показателя ФРК в ходе вмешательства ассоциируется со степенью улучшения качества жизни в течение 1-го года после ЧКВ, а S. Fournier et al. показали связь между степенью прироста ФРК и улучшением класса стенокардии, как и снижением риска сосудозависимых композитных точек в течение 2 лет наблюдения [26, 31].

Последние публикации демонстрируют клиническое и прогностическое значение в физиологической оценке результатов интервенции и индексов покоя [32–34]. Так, в DEFINE-PCI среди пациентов с MPK после ЧКВ менее 0,95 в течение 1 года наблюдалась в 3 раза более высокая частота сердечной смерти, инфаркта миокарда или клинически обоснованной реваскуляризации целевого сосуда по сравнению с группой больных с MPK после интервенции 0,95 и более (5,7% против 1,8%;  $p=0,04$ ) [34]. В нашем исследовании доля целевых сосудов

с МРК 0,95 и более после ангиографически успешной интервенции составила только 44%, или 1/2 всех коронарных артерий с МРК более 0,89, что указывает на актуальность функциональной оптимизации вмешательств, в том числе среди пациентов без резидуальной ишемии, поскольку доказательная база пополняется в пользу максимально возможных значений постпроцедуральных физиологических показателей по принципу «чем больше, тем лучше». Важно подчеркнуть, что специальные рекомендации по оценке коронарной физиологии после реваскуляризации миокарда в настоящее время не разработаны, в связи с чем ее имплементация в практическую деятельность остается ограниченной, но самое главное, не определены целевые итоговые значения физиологических показателей. В нашей работе дополнительная оптимизация результатов ЧКВ у пациентов с МРК более 0,89 не проводилась.

Потенциальные причины субоптимальных показателей физиологии коронарного кровотока после реваскуляризации анализировались в целом ряде работ [21, 35–39]. Так, в исследовании FFR-SEARCH с применением ВСУЗИ высокого разрешения из 100 сосудов с ФРК 0,85 и менее в 74% случаев выявлено неполное раскрытие стента, в 29 и 30% – значимый локальный стеноз в проксимальном и дистальном сегментах целевой артерии соответственно, в 23% – мальпозиция стента, в 9% – спазм, в 3% – компрометирующая просвет артерии интрамуральная гематома, в 8% – диффузное поражение сосуда [35]. В нашей когорте внутрисосудистая визуализация посредством ВСУЗИ проводилась в 44% (4 из 9) целевых артерий с ишемическими значениями МРК после реваскуляризации. В 50% (2 из 4) сосудов в точке скачка давления выявлен локальный стеноз дистальнее стентированного сегмента и поровну в 25% – неполное раскрытие стента и диффузное поражение коронарной артерии.

Особый практический интерес представляют возможности и пути коррекции резидуальной ишемии. В работе S.K. Agarwal et al. по функциональной оптимизации интервенций из 574 пациентов у 21% после ангиографически успешного ЧКВ показатель ФРК составил 0,81 и менее [22]. В данной группе больных дополнительно была выполнена постдилатация – в 42% случаев, стентирование – в 33%, постдилатация + стентирование – в 18%. Указанные меры позволили сократить долю пациентов

с ишемическими значениями ФРК в 2 раза (с 21 до 9%). Среди поражений с сохраняющимся ишемическим значением ФРК обратная протяжка датчика давления показала значимый скачок ФРК в дистальных отделах целевого сосуда, предположительно указывая на наличие диффузного атеросклеротического поражения. Важно отметить, что через  $31 \pm 16$  мес наблюдения среди пациентов с окончательным значением ФРК более 0,86 частота больших неблагоприятных кардиальных событий была значимо ниже по сравнению с больными с итоговым ФРК 0,86 и менее (17% против 23%; log-rank  $p = 0,02$ ). В нашем исследовании в 17% сосудов после успешной реваскуляризации регистрировались ишемические значения МРК, из них в 78% случаев проведение функциональной оптимизации было технически осуществимо. Дополнительное стентирование в 57% случаев, ангиопластика лекарственным баллоном в 29% случаев и повторная постдилатация стентированного сегмента в 14% случаев позволили сократить долю сосудов с резидуальной ишемией в 4 раза (с 17 до 4%,  $p = 0,027$ ).

### Заключение

В ходе проведенного нами исследования установлено, что физиологическая оптимизация ангиографически успешного ЧКВ была необходима каждому пятому пациенту, была технически возможна в 78% случаев, характеризовалась улучшением итогового показателя МРК и увеличением доли целевых сосудов без резидуальной ишемии до 96%. Полученные результаты демонстрируют актуальность и обосновывают целесообразность проведения оценки коронарной физиологии при завершении ЧКВ у пациентов со стабильной ИБС. Это связано прежде всего с тем, что успешная, по данным ангиографии, реваскуляризация не всегда отражает реальную картину, что может объяснять сохранение клиники стенокардии и регистрируемые неблагоприятные события в бассейне целевой артерии.

Функциональная оптимизация ЧКВ технически возможна у подавляющего большинства пациентов с ишемическими значениями МРК и на основании имеющихся данных позволяет ожидать более благоприятных исходов в отдаленные сроки наблюдения. Разработка специфических рекомендаций, внедрение и активное применение в клинической практике новых технологий, таких как корегистрация МРК

и ангиографии, совмещение в одном устройстве датчиков физиологии и внутрисосудистой визуализации, неинвазивный анализ функциональной значимости поражений наряду с отбором пациентов на реваскуляризацию и планированием ее хода на основе физиологии коронарного кровотока будут способствовать дальнейшему улучшению результатов рентгенохирургических методов лечения ИБС.

### Литература/References

1. Tonino P.A., De Bruyne B., Pijls N.H., Siebert U., Ikeno F., van 't Veer et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (3): 213–24. DOI: 10.1056/nejmoa0807611
2. De Bruyne B., Pijls N.H., Kalesan B., Barbato E., Tonino P.A., Piroth Z. et al. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367 (11): 991–1001. DOI: 10.1056/NEJMoA1205361
3. Bech G.J., Droste H., Pijls N.H., De Bruyne B., Bonnier J.J., Michels H.R. et al. Value of fractional flow reserve in making decisions about bypass surgery for equivocal left main coronary artery disease. *Heart.* 2001; 86 (5): 547–52. DOI: 10.1136/heart.86.5.547
4. Бубнов Д.С., Матчин Ю.Г. Применение методов фракционного резерва кровотока и моментального резерва кровотока при оценке протяженных и многоуровневых поражений коронарных артерий. *Эндovasкулярная хирургия.* 2021; 8 (3): 245–55. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-3-245-255  
Bubnov D.S., Matchin Yu.G. Application of fractional flow reserve and instantaneous wave-free ratio methods in the assessment of extended and multilevel lesions of coronary arteries. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2021; 8 (3): 245–55 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-3-245-255
5. Алекаян 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. *Эндovasкулярная 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
6. Van Belle E., Rioufol G., Pouillot C., Cuisset T., Bougrini K., Teiger E. et al. Outcome impact of coronary revascularization strategy reclassification with fractional flow reserve at time of diagnostic angiography: insights from a large French multicenter fractional flow reserve registry. *Circulation.* 2014; 129 (2): 173–85. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006646
7. Curzen N., Rana O., Nicholas Z., Gollidge P., Zaman A., Oldroyd K. et al. Does routine pressure wire assessment influence management strategy at coronary angiography for diagnosis of chest pain? The RIPCARD study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2014; 7 (2): 248–55. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000978
8. Baptista S.B., Raposo L., Santos L., Ramos R., Cale R., Jorge E. et al. Impact of routine fractional flow reserve evaluation during coronary angiography on management strategy and clinical outcome: one-year results of the POST-IT. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (7): e003288. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003288
9. Bech G.J., De Bruyne B., Pijls N.H., de Muinck E.D., Hoorntje J.C., Escaned J. et al. Fractional flow reserve to determine the appropriateness of angioplasty in moderate coronary stenosis: a randomized trial. *Circulation.* 2001; 103 (24): 2928–34. DOI: 10.1161/01.cir.103.24.2928
10. Zimmermann F.M., Ferrara A., Johnson N.P., van Nunen L.X., Escaned J., Albertsson P. et al. Deferral vs. performance of percutaneous coronary intervention of functionally non-significant coronary stenosis: 15-year follow-up of the DEFER trial. *Eur. Heart. J.* 2015; 36 (45): 3182–8. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv452
11. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (11): 4076. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4076  
2020 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25 (11): 4076 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4076
12. Knuuti J., Wijns W., Saraste A., Capodanno D., Barbato E., Funck-Brentano C. et al. ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart. J.* 2020; 41 (3): 407–77. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425
13. Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (2): e21–e129. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006
14. Van Nunen L.X., Zimmermann F.M., Tonino P.A., Barbato E., Baumbach A., Engström T. et al. Fractional flow reserve versus angiography for guidance of PCI in patients with multivessel coronary artery disease (FAME): 5-year follow-up of a randomised controlled trial. *Lancet.* 2015; 386: 1853–60. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00057-4
15. Xaplanteris P., Fournier S., Pijls N.H., Fearon W.F., Barbato E., Tonino P.A.L. et al. Five-year outcomes with PCI guided by fractional flow reserve. *N. Engl. J. Med.* 2018; 379: 250–9. DOI: 10.1056/NEJMoA1803538
16. Gotberg M., Christiansen E.H., Gudmundsdottir I.J., Sandhall L., Danielewicz M., Jakobsen L. et al. Instantaneous wave-free ratio versus fractional flow reserve to guide PCI. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376 (19): 1813–23. DOI: 10.1056/NEJMoA1616540
17. 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 (19): 1824–34. DOI: 10.1056/NEJMoA1700445
18. Stone G.W., Ellis S.G., Gori T., Metzger D.C., Stein B., Erickson M. et al. Blinded outcomes and angina assessment of coronary bioresorbable scaffolds: 30-day and 1-year results from the ABSORB IV randomised trial. *Lancet.* 2018; 392 (10157): 1530–40. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32283-9
19. Johnson N.P., Toth G.G., Lai D., Zhu H., Açar G., Agostoni P. et al. Prognostic value of fractional flow reserve: linking physiologic severity to clinical outcomes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 64: 1641–54. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.07.973
20. Rimac G., Fearon W.F., De Bruyne B., Ikeno F., Matsuo H., Piroth Z. et al. Clinical value of post-percutaneous coronary intervention fractional flow reserve value: a systematic review and meta-analysis. *Am. Heart. J.* 2017; 183: 1–9. DOI: 10.1016/j.ahj.2016.10.005
21. Wolfrum M., Fahrni G., de Maria G.L., Knapp G., Curzen N., Kharbanda R.K. et al. Impact of impaired fractional flow reserve after coronary interventions on outcomes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2016; 16: 177. DOI: 10.1186/s12872-016-0355-7
22. Agarwal S.K., Kasula S., Hacioglu Y., Ahmed Z., Uretsky B.F., Hakeem A. Utilizing post-intervention fractional flow reserve to optimize acute results and the relationship to long-term outcomes. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2016; 9: 1022–31. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.01.046
23. Li S.J., Ge Z., Kan J., Zhang J.J., Ye F., Kwan T.W. et al. Cutoff value and long-term prediction of clinical events by FFR measured immediately after implantation of a drug-eluting stent in patients with coronary artery disease: 1- to 3-year results from the DKCRUSH VII Registry Study. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2017; 10: 986–95. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.02.012
24. Piroth Z., Toth G.G., Tonino P.A.L., Barbato E., Aghlmandi S., Curzen N. et al. Prognostic value of fractional flow reserve measured immediately after drug-eluting stent implantation. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10: e005233. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.005233

25. Lee J.M., Hwang D., Choi K.H., Rhee T.M., Park J., Kim H.Y. et al. Prognostic implications of relative increase and final fractional flow reserve in patients with stent implantation. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2018; 11: 2099–109. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.07.031
26. Fournier S., Ciccarelli G., Toth G.G., Milkas A., Xaplanteris P., Tonino P.A.L. et al. Association of improvement in fractional flow reserve with outcomes, including symptomatic relief, after percutaneous coronary intervention. *JAMA Cardiol.* 2019; 4: 370–4. DOI: 10.1001/jamacardio.2019.0175
27. Hwang D., Lee J.M., Lee H.J., Kim S.H., Nam C.W., Hahn J.Y. et al. Influence of target vessel on prognostic relevance of fractional flow reserve after coronary stenting. *EuroIntervention.* 2019; 15: 457–64. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00913
28. Kufner S., Ernst M., Cassese S., Joner M., Mayer K., Colletan R. et al. 10-year outcomes from a randomized trial of polymer-free versus durable polymer drug-eluting coronary stents. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020; 76: 146–58. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.05.026
29. Kufner S., Joner M., Thannheimer A., Hoppmann P., Ibrahim T., Mayer K. et al. Ten-year clinical outcomes from a trial of three limus-eluting stents with different polymer coatings in patients with coronary artery disease. *Circulation.* 2019; 139: 325–33. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038065
30. Jeremias A., Davies J.E., Maehara A., Matsumura M., Schneider J., Tang K. et al. Blinded physiological assessment of residual ischemia after successful angiographic percutaneous coronary intervention: the DEFINE PCI Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (20): 1991–2001. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.05.054
31. Nishi T., Piroth Z., De Bruyne B., Jagic N., Möbius-Winkler S., Kobayashi Y. et al. Fractional flow reserve and quality-of-life improvement after percutaneous coronary intervention in patients with stable coronary artery disease. *Circulation.* 2018; 138: 1797–804. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.035263
32. Hakeem A., Ghosh B., Shah K., Agarwal S., Kasula S., Hacıoglu Y. et al. Incremental prognostic value of post-intervention pd/pa in patients undergoing ischemia-driven percutaneous coronary intervention. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2019; 12: 2002–14. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.07.026
33. Shin D., Lee S.H., Lee J.M., Choi K.H., Hwang D., Lee H.J. et al. Prognostic implications of post-intervention resting pd/pa and fractional flow reserve in patients with stent implantation. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2020; 13: 1920–33. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.05.042
34. Patel M., Jeremias A., Maehara A., Matsumura M., Zhang Z., Schneider J. et al. 1-year outcomes of blinded physiological assessment of residual ischemia after successful PCI. *J. Am. Coll. Cardiol. Interv.* 2022; 15 (1): 52–61. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.09.042
35. Van Zandvoort L.J.C., Masdjedi K., Witberg K., Ligthart J., Tovar Forero M.N., Diletti R. et al. Explanation of postprocedural fractional flow reserve below 0.85. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2019; 12: e007030. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007030
36. Chung J.H., Ann S.H., Koo B.K., Nam C.W., Doh J.H., Singh G.B. et al. Assessment of stent edge dissections by fractional flow reserve. *Int. J. Cardiol.* 2015; 185: 29–33. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.03.043
37. Hoshino M., Kanaji Y., Hamaya R., Kanno Y., Hada M., Yamaguchi M. et al. Prognostic value of post-intervention fractional flow reserve after intravascular ultrasound-guided second-generation drug-eluting coronary stenting. *EuroIntervention.* 2019; 15: e779–87. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-01032
38. Agarwal S.K., Kasula S., Almomani A., Hacıoglu Y., Ahmed Z., Uretsky B.F. et al. Clinical and angiographic predictors of persistently ischemic fractional flow reserve after percutaneous revascularization. *Am. Heart. J.* 2017; 184: 10–6. DOI: 10.1016/j.ahj.2016.10.016
39. Baranauskas A., Peace A., Kibarskis A., Shannon J., Abraitis V., Bajoras V. et al. FFR result post PCI is suboptimal in long diffuse coronary artery disease. *EuroIntervention.* 2016; 12: 1473–80. DOI: 10.4244/EIJ-D-15-00514

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616-071

## Анализ среднесрочных результатов многоцентрового рандомизированного контролируемого исследования TENDERA

А.Л. Каледин<sup>1</sup>, И.Н. Кочанов<sup>1</sup>, А.М. Бабунашвили<sup>2, 5</sup>, А.В. Коротких<sup>3</sup>, Д.С. Карташов<sup>2, 4</sup>, Р.В. Ахрамович<sup>5</sup>, В.В. Деркач<sup>6</sup>, Р.М. Портнов<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, С.-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>АО «Центр эндохирургии и литотрипсии», Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Клиника кардиохирургии ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России, Благовещенск, Российская Федерация

<sup>4</sup>ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва, Российская Федерация

<sup>5</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

<sup>6</sup>ООО «Клиника инновационной хирургии», Клин, Российская Федерация

✉ Каледин Александр Леонидович, канд. мед. наук, хирург; orcid.org/0000-0003-0581-6132, e-mail: alkaleidin@mail.ru

Кочанов Игорь Николаевич, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-3499-1792

Бабунашвили Автандил Михайлович, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением; orcid.org/0000-0003-2269-7059

Коротких Александр Владимирович, главный врач; orcid.org/0000-0002-9709-1097

Карташов Дмитрий Сергеевич, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-9932-4106

Ахрамович Руслан Валерьевич, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0026-6998

Деркач Владислав Валерьевич, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-0367-3628

Портнов Роман Михайлович, врач – рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-5360-3815

### Резюме

**Цель исследования** – изучить непосредственные и среднесрочные результаты применения дистального лучевого доступа при интервенционных коронарных вмешательствах в сравнении с проксимальным лучевым доступом с точки зрения безопасности и эффективности.

**Материал и методы.** В дизайн проспективного рандомизированного исследования вошли 850 пациентов, из них в группу дистального лучевого доступа (ДЛД) включены 432, в группу проксимального лучевого доступа (ПЛД) – 418 пациентов, а окончательная выборка после смены доступа составила 412 и 414 пациентов соответственно. Средний возраст больных составил  $62,8 \pm 10$  и  $62,9 \pm 9,8$  года. Первичная конечная точка – непосредственный (госпитальный) или поздний тромбоз/окклюзия лучевой артерии (ЛА). Вторичные конечные точки: 1) комбинированная из осложнений со стороны артерии доступа; 2) параметры доступа. Срок наблюдения составил 6 мес.

**Результаты.** Получены статистически значимые различия по первичной конечной точке: ДЛД – 3,6% ( $n = 15$ ), ПЛД – 8,0% ( $n = 33$ );  $p = 0,007$ . Во вторичной комбинированной точке получены статистически значимые различия по следующим группам осложнений: диссекция ЛА (ДЛД: 1,7% ( $n = 7$ ), ПЛД: 3,9% ( $n = 16$ );  $p = 0,05$ ), повторное кровотечение (ДЛД: 3,4% ( $n = 14$ ), ПЛД: 20,3% ( $n = 84$ );  $p < 0,001$ ), гематома больше 5 см при выписке (ДЛД: 9,7% ( $n = 40$ ), ПЛД: 26,8% ( $n = 111$ );  $p < 0,001$ ), гематома больше 5 см через 7 дней после выписки (ДЛД: 12,1% ( $n = 50$ ), ПЛД: 34,8% ( $n = 144$ );  $p < 0,001$ ). Из параметров доступа статистически значимо различалась только продолжительность гемостаза артерии доступа (мин): ДЛД – 180 [267; 309], ПЛД – 155 [176; 208];  $p < 0,05$ . Продолжительность процедуры и флюороскопии, доза радиации, спазм ЛА в обеих группах не имели статистически значимых различий.

**Заключение.** ДЛД является эффективным доступом при проведении интервенционных коронарных вмешательств и более безопасным в отношении повторных кровотечений, ранних больших гематом и окклюзий ЛА в течение 6 мес по сравнению с ПЛД.

**Ключевые слова:** лучевая артерия, дистальный лучевой доступ, проксимальный лучевой доступ, окклюзия лучевой артерии

**Для цитирования:** Каледин А.Л., Кочанов И.Н., Бабунашвили А.М., Коротких А.В., Карташов Д.С., Ахрамович Р.В., Деркач В.В., Портнов Р.М. Анализ среднесрочных результатов многоцентрового рандомизированного контролируемого исследования TENDERA. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 280–90. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-280-290

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

Поступила 02.08.2023

Принята к печати 31.08.2023

## Analysis of the medium-term results of the multicenter randomized control study TENDERA

A.L. Kaledin<sup>1</sup>✉, I.N. Kochanov<sup>1</sup>, A.M. Babunashvili<sup>2, 5</sup>, A.V. Korotkikh<sup>3</sup>, D.S. Kartashov<sup>2, 4</sup>, R.V. Akhramovich<sup>5</sup>, V.V. Derkach<sup>6</sup>, R.M. Portnov<sup>6</sup>

<sup>1</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup>Center for Endosurgery and Lithotripsy, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Cardiac Surgery Clinic, Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russian Federation

<sup>4</sup>Moscow Regional Research and Clinical Institute named after M. Vladimirov, Moscow, Russian Federation

<sup>5</sup>Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>6</sup>Inovative Surgery Clinic, Klin, Russian Federation

✉ Aleksandr L. Kaledin, Cand. Med. Sci., Surgeon; orcid.org/0000-0003-0581-6132,  
e-mail: alkaledin@mail.ru

Igor N. Kochanov, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0002-3499-1792

Avtandil M. Babunashvili, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department; orcid.org/0000-0003-2269-7059

Aleksandr V. Korotkikh, Chief Physician; orcid.org/0000-0002-9709-1097

Dmitriy S. Kartashov, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0002-9932-4106

Ruslan V. Akhramovich, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0026-6998

Vladislav V. Derkach, Head of Department; orcid.org/0000-0002-0367-3628

Roman M. Portnov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5360-3815

### Abstract

**Objective.** To examine the immediate and mid-term safety and outcomes of the distal radial approach for coronary interventions compared with the proximal radial approach.

**Material and methods.** In the design of the prospective randomized study included 850 patients: the distal radial access (DRA) group – 432, and the proximal radial access (PRA) group – 418. The average age of the patients was  $62.8 \pm 10$  and  $62.9 \pm 9.8$  years. The primary endpoint is immediate (in-hospital) or late thrombosis/occlusion of the radial artery (RA). Secondary endpoints: 1 – composite complications from the access artery; 2 – access parameters. The observation period was 6 months.

**Results.** Statistically significant differences were obtained in the primary endpoint: DRA 3.6% ( $n = 15$ ), PRA 8.0% ( $n = 33$ );  $p = 0.007$ . In the secondary composite point, statistically significant differences were obtained in the following groups of complications: RA dissection (DRA: 1.7% ( $n = 7$ ), PRA: 3.9% ( $n = 16$ );  $p = 0.05$ ), rebleeding (DRA: 3.4% ( $n = 14$ ), PRA: 20.3% ( $n = 84$ );  $p < 0.001$ ), hematoma greater than 5 cm at discharge (DRA: 9.7% ( $n = 40$ ), PRA: 26.8% ( $n = 111$ );  $p < 0.001$ ), hematoma greater than 5 cm after 7 days (DRA: 12.1% ( $n = 50$ ), PRA: 34.8% ( $n = 144$ );  $p < 0.001$ ). Of the access parameters, only the duration of hemostasis of the access artery (min.) differed statistically significantly: DRA – 180 [267; 309], PRA – 155 [176; 208];  $p < 0.05$ . The duration of the procedure and fluoroscopy, radiation dose, and RA spasm in both groups did not have statistically significant differences.

**Conclusion.** DRA is an effective access for interventional coronary interventions and is safer in terms of rebleeding, early large hematomas and RA occlusions within 6 months compared with PRA.

**Keywords:** radial artery, distal radial access, proximal radial access, occlusion of the radial artery

**For citation:** Kaledin A.L., Kochanov I.N., Babunashvili A.M., Korotkikh A.V., Kartashov D.S., Akhramovich R.V., Derkach V.V., Portnov R.M. Analysis of the medium-term results of the multicenter randomized control study TENDERA. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 280–90 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-280-290

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

Received August 2, 2023

Accepted August 31, 2023

## Введение

Классический трансрадиальный доступ (ТРД) в течение последних десятилетий продемонстрировал преимущество перед бедренным доступом в связи с меньшим числом осложнений и постепенно заменил его в каждодневной практике интервенционных кардиологов [1]. Тем не менее, по словам F. Gragnano, выполнение рекомендуемого ТРД иногда связано с определенными трудностями, что может приводить к смене доступа [2]. Большую помощь при

катетеризации лучевой артерии (ЛА) оказывает применение ультразвуковой навигации, как перед проведением пункции, так и непосредственно при самой катетеризации [3–5]. Однако выполнение катетеризации ЛА даже под контролем ультразвукового датчика сопряжено с возникновением ряда перипроцедурных осложнений, одно из которых – это окклюзия лучевой артерии (ОЛА). На сегодняшний день можно утверждать, что это бессимптомное осложнение, при котором не возникает ни ишемия дистально расположенных тканей, ни нару-

шения функции кисти. В то же время ОЛА делает практически невозможным повторное использование самой артерии.

Часть исследований последних лет, первое из которых было опубликовано в 2014 г. [6], доказывают, что катетеризация ЛА на тыльной части кисти (дистальная лучевая артерия – ДЛА) снижает риск возникновения ОЛА. Первоначально дистальный лучевой доступ (ДЛД) применялся преимущественно при плановых эндоваскулярных вмешательствах на коронарном русле [6]. Впоследствии этот доступ стали использовать и при лечении острого коронарного синдрома с подъемом сегмента ST [7], онкопатологии [8], нейроинтервенционных [9, 10] и периферических [11] процедурах. В настоящее время проведены несколько рандомизированных контролируемых исследований и метаанализ по изучению безопасности и эффективности использования ДЛД при выполнении коронароангиографий (КАГ) и чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) [12–16]. Однако все завершённые к настоящему времени исследования имеют срок наблюдения за проходимостью ЛА не более 1 мес.

Цель нашего исследования – изучить непосредственные и среднесрочные результаты применения дистального лучевого доступа при интервенционных коронарных вмешательствах в сравнении с проксимальным лучевым доступом с позиции безопасности и эффективности.

## Материал и методы

### Дизайн исследования

В декабре 2017 г. начато многоцентровое рандомизированное открытое клиническое исследование TENDERA (Traditional ENtry point and Distal puncturE of Radial Artery), NCT04211584 на <https://clinicaltrials.gov>, главной целью которого стал анализ проходимости ДЛА и ЛА в срок до 1 года после процедуры. В октябре 2021 г. завершилось включение пациентов в это исследование. В настоящей статье проведен анализ данных включенных в исследование пациентов по истечении 6 мес после процедуры.

Дистальный лучевой доступ и проксимальный (классический) лучевой доступ (ПЛД) требуют от хирурга определенных квалификационных навыков и опыта работы. В исследовании принимали участие опытные операторы, которые отвечали следующим критериям: 1) регулярно выполняют широкий спектр вмешательств ТРД на коронарном русле, в том числе лечение острого коронарного синдрома (ОКС);

2) кроме ТРД владеют всеми другими доступами на высоком уровне (локтевой, бедренные и др.); 3) выполнили не менее 100 процедур ДЛД. Исследование не имело финансирования.

Основная гипотеза исследования – ДЛД превосходит ПЛД в отношении частоты ОЛА на предплечье на сроке наблюдения до 1 года. Для группы ПЛД частота ОЛА через 1 год предполагалась на уровне 5% (выведено как среднее значение на основе большого количества исследований последних 10 лет). Для группы ДЛД предполагалось, что частота ОЛА составит 1,5%. Исследований со сроком наблюдения более 1 мес для ДЛД в настоящее время нет, а в имеющихся – ОЛА составляет около 1%. Однако мы считаем, что на сроках до 1 года количество случаев ОЛА будет увеличиваться, поэтому процент ОЛА был увеличен. Для статистической мощности исследования 80%, двухсторонней ошибки первого рода ( $\alpha$ -ошибка) 0,05% и цензурирования 5% необходимо 422 пациента на группу. Таким образом, общий объем выборки составил 850 пациентов.

### Популяция исследования и рандомизация

В исследование вошли пациенты, которым выполнены КАГ или ЧКВ с использованием гидрофильного интродьюсера 5 F или 6 F (операторами были использованы следующие виды интродьюсеров: Radifocus Introducer II Coat, Terumo; Prelude Ease, Merit Medical; Brilliant, Lepu Medical Technology) через ДЛД и ПЛД. Критерии включения: возраст пациента от 18 до 90 лет, без наследственных коагулопатий; ранее не использованная ЛА с диаметром в месте пункции 1,5 мм и более; наличие антеградно проходимых как минимум двух магистральных артерий предплечья. Критерии исключения: тяжелое соматическое состояние или тяжелая сопутствующая патология, которые могут привести к несоблюдению протокола исследования и/или исказить интерпретацию данных; невозможность выполнить пункцию ЛА по любой причине; некомпенсированная коагулопатия; ОКС с подъемом сегмента ST; единственная проходимая ЛА; рост пациента более 195 см. Все пациенты находились под наблюдением до выписки из стационара.

Подходящие для исследования пациенты были рандомизированы в соотношении 1:1 для ДЛД и ПЛД. Скрытое распределение выбора доступа для ЛА проводилось с использованием web-based интерактивной системы рандомиза-

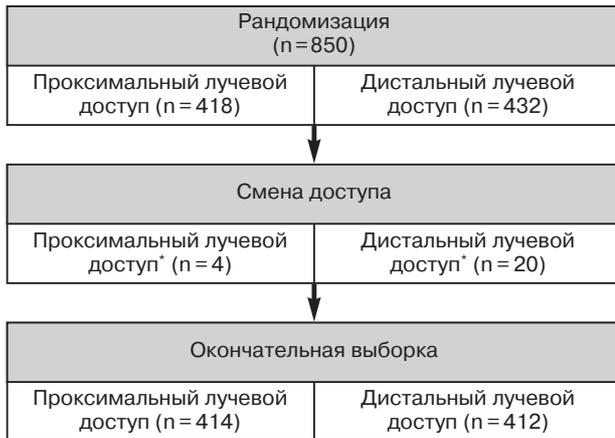


Рис. 1. Блок-схема исследования.

\* Смена доступа – невозможность провести успешную катетеризацию рандомизированного места доступа из-за любых причин, с последующим сосудистым доступом в другой точке на этой или контралатеральной конечности

ции. Рандомизация была достигнута с помощью компьютерной генерации случайных чисел, со случайным размером выборок в заданном объеме (рис. 1).

Протокол исследования отвечает требованиям Хельсинкской декларации и получил одобрение этического комитета в каждой клинике. Все пациенты дали письменное информированное согласие.

### Проведение процедуры

Перед выполнением пункции у всех пациентов оценивалась под ультразвуковым контролем ЛА предплечья и кисти, при этом решение о том, какой доступ использовать – правый или левый, принимал непосредственно оператор. Венозный катетер обязательно ставился в контралатеральную руку. Пункцию рекомендовалось осуществлять только с проколом передней стенки артерии, при невозможности – по классической методике Сельдингера.

При ДЛД пункция выполнялась не в области анатомической табакерки, а в более дистальной части – в первом межпальцевом промежутке тыльной поверхности кисти; под местной анестезией проводилась пункция с углом входа 15–30° к коже в направлении максимальной пульсации. Все операторы старались выполнять пункцию максимально аккуратно, чтобы не травмировать надкостницу костей запястья, что всегда вызывает повышенную болезненность и может привести при успешной пункции к спазму ЛА. Классическая пункция ЛА выполнялась по стандартной методике в точке на 2,0 см выше шиловидного отростка.

После установки гидрофильного интродьюсера при проведении КАГ обязательно вводилось интраартериально 5000 ЕД нефракционированного гепарина, при ЧКВ – от 7500 ЕД и более, до достижения цифр активированного времени свертывания крови (АВСК) 250–300 с. При длительных процедурах, таких как реканализация хронической коронарной окклюзии или сложное бифуркационное стентирование, АВСК определяли каждый час и в случае необходимости вводили дополнительно нефракционированный гепарин внутривенно.

Введение 200 мг нитроглицерина и/или 5 мг верапамила для предотвращения спазма оставалось на усмотрение оператора и чаще использовалось уже при признаках спазма ЛА.

Пункция считалась успешной, когда интродьюсер был заведен в целевую артерию; катетеризация считалась успешной, когда катетер устанавливался в устье коронарной артерии. Если не удавалось провести успешную катетеризацию рандомизированного места доступа из-за любых причин, то все попытки получить сосудистый доступ в другой точке на этой или контралатеральной конечности считались сменой доступа.

В процессе процедуры выполнялись следующие ангиографические исследования, связанные с артерией доступа, согласно протоколу исследования: после установки интродьюсера – артерии доступа (ЛА и артерий предплечья), в случае наличия выраженной извитости или аномалии анатомического хода брахиоцефальных ветвей, финальная диагностическая ангиография артерии доступа перед удалением интродьюсера.

Интродьюсер из ЛА удалялся сразу после завершения процедуры. Поскольку на начало исследования на территории Российской Федерации не было зарегистрировано специализированных фирменных приспособлений для гемостаза при пункции ДЛА, применялась давящая марлевая повязка на 2 ч при КАГ или на 4 ч – при ЧКВ. После этого повязка снималась и накладывалась асептическая наклейка. При продолжении кровотечения после снятия повязки последняя накладывалась повторно еще на 2 ч – до полного гемостаза. В случае ПЛД применялся patent hemostasis (патентованные устройства фирм Terumo, Merit Medical или Lepu Medical Technology). Гемостатическое устройство накладывалось без изменения давления на 2 ч после КАГ и на 4 ч – после ЧКВ. В даль-

нейшем стравливание воздуха (уменьшение давления в подушечке) происходило постепенно, с помощью прилагаемого специального шприца (Terumo, Lepu Medical Technology) или постепенным откручиваем колесика (Merit Medical).

В исследовании использовалась следующая балльная шкала оценки боли или дискомфорта в месте пункции ЛА для пациента: 0 – отсутствие боли и/или неудобств; 1 – боль эпизодическая (сразу после завершения) и прошла в течение 60 мин; 2 – боль (ощущение неудобства) есть, но терпима и не требует специальных мероприятий; 3 – боль (ощущение неудобства) есть, но проходит после однократного применения обезболивающего; 4 – боль (ощущение неудобства) есть и требует неоднократного применения обезболивающего препарата; 5 – наличие боли, нарушающей комфорт пациента, несмотря на обезболивающую терапию.

Сила сжатия кисти и пальцев пациентом проверялась до процедуры и далее на всех этапах контроля, оценивается в кг. В исследовании использовались динамометры Jamar Hydraulic Hand Evaluation Kit и КУТО ЕН101.

Все включенные в исследование пациенты с успешной катетеризацией целевой артерии должны были обязательно наблюдаться в день выписки, на 7-е сутки после пункции, а также через 3, 6, 12 мес.

#### **Конечные точки исследования**

Первичная конечная точка – непосредственный (госпитальный) или поздний тромбоз/окклюзия ЛА, которая оценивалась независимым исследователем-экспертом, не участвующим в проведении процедур и индифферентным к результатам исследования. Артерия считалась окклюзированной, если не определялся кровоток в целевом сосуде по данным дуплексного ультразвукового сканирования или по данным ангиографии при проведении повторного вмешательства через другой сосудистый доступ. Если любая повторная эндоваскулярная процедура в течение года по тем или иным причинам в любом медицинском учреждении выполнялась через исследуемый доступ, то на дату выполнения доступа он признавался проходимым и достигшим первичной конечной точки.

Вторичные конечные точки: 1) композитная из осложнений со стороны артерии доступа: гематома более 5,0 см, кровотечения согласно критериям Bleeding Academic Research

Consortium (BARC) (исключая CABG related bleeding), диссекция ЛА, диссекция другой артерии верхней конечности, перфорация ЛА, потеря чувствительности в месте пункции, образование артериовенозных фистул и ложных аневризм; 2) параметры доступа: смена доступа, продолжительность этапов процедуры, флюороскопии и гемостаза, доза радиации, общее время процедуры, наличие/отсутствие спазма, боль в месте доступа, динамометрия. Срок наблюдения составил 6 мес.

#### **Статистический анализ**

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office 2019 для работы с электронными таблицами, IBM SPSS Statistics v.27, jamovi 2.0. Характер распределения количественных данных оценивался с помощью критерия Колмогорова–Смирнова, а также показателей асимметрии и эксцесса. В случае нормального распределения количественные данные представлены средними арифметическими величинами (M) и стандартными отклонениями (SD), 95% доверительным интервалом (95% ДИ). Если распределение признака отличается от нормального, количественные данные представлены при помощи медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q1–Q3). Сравнение двух независимых групп по количественному признаку с нормальным распределением осуществлялось с помощью t-критерия Стьюдента (Student's t-test). Для непараметрического сравнения двух независимых выборок использовали U-критерий Манна–Уитни. Анализ качественных показателей проводился с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона. Статистически значимыми считали различия при  $p \leq 0,05$ .

#### **Результаты**

В исследование включены 850 пациентов. Из них с ДЛД – 432, ПЛД – 418. Смена доступа проведена у 20 (4,6%) больных с ДЛД и 4 (1%) больных с ПЛД. При катетеризации дистальной ЛА (ДЛА) смена доступа была одинаковой среди мужчин и женщин (10:10), так же как и при катетеризации проксимальной ЛА (ПЛА) (2:2). ПЛА имела больший диаметр, чем диаметр ДЛА. Диаметр ЛА на правой руке в проксимальном и дистальном отделах был больше, чем на левой руке (правая рука: ПЛА  $2,62 \pm 0,44$  мм, ДЛА  $2,32 \pm 0,39$  мм,  $p < 0,05$ ; левая рука: ПЛА  $2,51 \pm 0,41$  мм, ДЛА  $2,23 \pm 0,39$  мм,  $p < 0,05$ ).

Диаметр ДЛА при неуспешной катетеризации был меньше, чем при успешной ( $2,0 \pm 0,4$  и  $2,3 \pm 0,4$  мм соответственно,  $p < 0,01$ ). Похожие результаты были получены и при катетеризации ПЛА ( $2,3 \pm 0,3$  мм – неуспешная катетеризация и  $2,6 \pm 0,4$  мм – успешная катетеризация,  $p < 0,07$ ).

Характеристика пациентов представлена в таблице 1. Обе группы не имели значимых различий по сравниваемым параметрам.

Пациентов мужского пола в исследовании было больше – 65,9%. Это объясняется тем, что анализировались данные больных с коронарной патологией, которая традиционно чаще встречается у мужчин. Частая сопутствующая патология – артериальная гипертензия: в группе с ДЛД встречалась у 87,1%, с ПЛД – у 87,2% пациентов.

Факторы риска локальных неблагоприятных событий представлены в таблице 2.

За исключением кальциноза БЦС, который при дистальном доступе встречался достоверно чаще (21 (5,1%) и 9 (2,2%),  $p = 0,01$ ), другие факторы риска имели одинаковую частоту встречаемости при катетеризации ДЛА и ПЛА. Инте-

ресным является тот факт, что примерно у 4% больных с проксимальным доступом и такого же числа больных с дистальным доступом не было четкой замкнутости ладонных дуг. При этом признаков ишемии кисти в обеих группах не было отмечено. У четверти всех больных в обеих группах отмечался спазм ЛА, а сопутствующей патологией был сахарный диабет. Меньше чем в 10% случаев в обеих группах отмечались извитость ЛА и высокое отхождение ЛА.

Применение спазмолитиков, антикоагулянтной и антиагрегантной терапии представлено в таблице 3.

Низкомолекулярный гепарин чаще применялся у больных с проксимальным лучевым доступом, вазодилататоры – при дистальном доступе. Другие показатели медикаментозной терапии не имели отличий между группами.

По размеру инструмента, использованного при эндоваскулярных вмешательствах дистальным и проксимальным доступом, статистически значимых отличий также не выявлено.

*Интраоперационные осложнения.* Диссекция ЛА при ПЛД встречалась достоверно чаще ( $p \leq 0,05$ ). Потеря чувствительности, болевые

Таблица 1

Характеристика пациентов

Параметр	ДЛД (n = 412)	ПЛД (n = 414)	P
Возраст, лет	$62,8 \pm 10$	$62,9 \pm 9,8$	$>0,05$
Мужской пол	269 (65,3)	275 (66,4)	$>0,05$
Окружность запястья, см	$19,3 \pm 4,8$	$19,1 \pm 2$	$>0,05$
Рост, см	$169,5 \pm 8,9$	$170,5 \pm 9,1$	$>0,05$
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	$29,2 \pm 5,2$	$29,4 \pm 4,6$	$>0,05$
Холестерин, ммоль/л	$4,89 \pm 1,4$	$4,79 \pm 1,2$	$>0,05$
Креатинин, мкмоль/л	$90,1 \pm 28,2$	$89,3 \pm 21,7$	$>0,05$
Артериальная гипертензия	359 (87,1)	361 (87,2)	$>0,05$
Сахарный диабет	102 (24,8)	108 (26,1)	$>0,05$
Курение	123 (29,9)	128 (30,9)	$>0,05$

Примечания. ИМТ – индекс массы тела. Данные представлены в виде  $M \pm SD$  и n (%).

Таблица 2

Факторы риска локальных неблагоприятных событий

Фактор риска	ДЛД (n = 412)	ПЛД (n = 414)	P
ОКС	58 (14,1)	59 (14,3)	$>0,05$
Извитость ЛА	25 (6,1)	24 (5,8)	$>0,05$
Извитость БЦС	35 (8,5)	42 (10,1)	$>0,05$
Высокое отхождение ЛА	14 (3,4)	24 (5,8)	$>0,05$
Кальциноз БЦС	21 (5,1)	9 (2,2)	0,01
Спазм	101 (24,5)	100 (24,2)	$>0,05$

Примечания. БЦС – брахиоцефальный ствол. Данные представлены в виде n (%).

Таблица 3

**Применение спазмолитиков, антикоагулянтной и антиагрегантной терапии**

Характеристика	ДЛД (n = 412)	ПЛД (n = 414)	P
Клопидогрел или тикагрелор	215 (52,2)	219 (52,9)	>0,05
Гепарин, ЕД	7159 ± 2562	7430 ± 2705	>0,05
Вазодилататор	175 (42,5)	136 (32,9)	<0,05
Блокаторы Пб/Пш рецепторов	3 (0,7)	4 (1)	>0,05
НМГ	52 (12,6)	72 (17,4)	<0,05
Антикоагулянты (НОАК)	38 (9,2)	44 (10,6)	>0,05

Примечания. НМГ – низкомолекулярный гепарин; НОАК – новые оральные антикоагулянты.  
Данные представлены в виде n (%) и M ± SD.

Таблица 4

**Интраоперационные местные осложнения**

Осложнения	ДЛД (n = 412)	ПЛД (n = 414)	P
Диссекция ЛА	7 (1,7)	16 (3,9)	<0,05
Диссекция другой артерии верхней конечности	5 (1,2)	5 (1,2)	>0,05
Тромбоз ЛА	–	1 (0,2)	–
Перфорация ЛА	3 (0,7)	6 (1,4)	>0,05
Кровотечение	2 (0,5)	2 (0,5)	>0,05
Гематома	5 (1,2)	11 (2,7)	0,09
Болевые ощущения, балл	0 [0; 2]	0 [0; 2]	0,09
Потеря чувствительности	3 (0,7)	1 (0,2)	>0,05

Примечание. Данные представлены в виде n (%) и медианы и интерквартильного размаха.

Таблица 5

**Параметры ЧКВ**

Параметр	ДЛД (n = 412)	ПЛД (n = 414)	P
Продолжительность процедуры, мин	20 [25; 30]	20 [23; 28]	>0,05
ЧКВ	188 (45,6)	208 (50,2)	>0,05
однососудистое поражение	90 (47,9)	93 (44,7)	>0,05
многососудистое поражение	91 (48,4)	108 (51,9)	>0,05
хроническая окклюзия коронарной артерии	38 (20,2)	24 (11,5)	0,02
поражение ствола левой коронарной артерии	20 (10,6)	12 (5,8)	0,06
бифуркационное поражение	70 (37,2)	83 (39,9)	>0,05
передняя межжелудочковая артерия	103 (54,8)	125 (60,1)	>0,05
правая коронарная артерия	93 (49,5)	91 (43,8)	>0,05
огибающая артерия	60 (31,9)	77 (37,0)	>0,05
диагональная ветвь	40 (21,3)	55 (26,4)	>0,05
задняя боковая ветвь	26 (13,8)	40 (19,2)	0,02
ветвь тупого края	28 (14,9)	35 (16,8)	>0,05
Смена катетеров	135 (32,8)	149 (36,0)	>0,05
Общая доза радиации, мГр	925 [1219; 1769]	997 [1362; 2075]	>0,05
Время флюороскопии, мин	5,42 [7,6; 9,32]	6,15 [7,76; 9,44]	>0,05
Время сдавления, мин	180 [267; 309]	155 [176; 208]	<0,05
Повторное кровотечение	14 (3,4)	86 (20,8)	<0,01
Повторный гемостаз	14 (3,4)	84 (20,3)	<0,01
патентный гемостаз	–	41 (48,8)	<0,01
давящая повязка	–	31 (36,9)	<0,05
патентный гемостаз + давящая повязка	–	12 (14,3)	>0,05
Терапия НМГ	2 (0,5)	5 (1,2)	>0,05
Терапия блокаторами Пб/Пш рецепторов	0	5 (1,2)	<0,05

Примечание. Данные представлены в виде n (%) и медианы и интерквартильного размаха.

Таблица 6

## Показатели динамометрии сжатия кисти и пальцев кисти

Группа	До процедуры	При выписке	P	1 неделя	P	3 мес	P	6 мес	P
<i>Динамометрия сжатия кисти (кг)</i>									
ДЛД	37,8 ± 12,9	34,2 ± 13,2	<0,01	37,6 ± 13,5	>0,05	38,3 ± 13,6	>0,05	39,3 ± 13,9	>0,05
ПЛД	38,3 ± 12,5	36,6 ± 12,6	0,04	38,7 ± 12,5	>0,05	40,7 ± 12,9	>0,05	41,2 ± 13,6	>0,05
P	>0,05	0,06	—	>0,05	—	>0,05	—	>0,05	—
<i>Динамометрия сжатия пальцев (кг)</i>									
ДЛД	10 ± 3,6	9,1 ± 3,5	<0,01	9,8 ± 3,5	>0,05	10,2 ± 3,5	>0,05	10,1 ± 3,3	>0,05
ПЛД	9,9 ± 3,8	9,5 ± 3,4	0,05	10 ± 3,4	>0,05	10,7 ± 4,1	>0,05	11 ± 3,9	0,06
P	>0,05	>0,05	—	>0,05	—	>0,05	—	0,06	—

Примечание. Данные представлены в виде  $M \pm SD$ .

ощущения и/или дискомфорт в месте пункции ЛА не имели достоверных отличий между группами. По другим интраоперационным осложнениям статистически значимых различий между группами также не получено (табл. 4).

Параметры эндоваскулярного вмешательства представлены в таблице 5.

В группе ПЛД отмечено значимо больше случаев повторного кровотечения ( $p < 0,01$ ) и повторного гемостаза ( $p < 0,01$ ). Все кровотечения отнесены к типу 1 по шкале BARC. Повторный гемостаз осуществлялся наложением давящей повязки, патентным гемостазом или их комбинацией. Средняя продолжительность сдавливания значимо больше в группе дистального доступа ( $p < 0,05$ ). При проксимальном доступе во время ЧКВ использовались блокаторы Пб/Ша рецепторов, которые при дистальном доступе не применялись. Продолжительность процедуры, вре-

мя флюороскопии и доза радиации между группами не имели достоверных отличий.

Динамометрия кисти и пальцев не выявила значимых различий между обеими группами. Сила сжатия кисти и пальцев при выписке (первые сутки после ЧКВ) значимо ниже по сравнению с исходными параметрами. В более отдаленном периоде (через 1 нед, 3 мес и более) показатели динамометрии кисти и пальцев не имели значимых отличий в обеих группах (табл. 6).

## Осложнения

В первые семь дней после катетеризации ЛА отмечалось значимое отличие по частоте возникновения гематом (табл. 7).

Конечная точка — ОЛА была выявлена на всех промежуточных контрольных точках: при выписке — 1-й день, через 1 нед, 3 мес и 6 мес — всего в 48 (5,8%) случаях (табл. 8).

Таблица 7

## Геморрагические осложнения и повторная катетеризация артерии в течение года

Параметр	ДЛД (n = 412)	ПЛД (n = 414)	P*
Гематома >5 см при выписке	40 (9,7)	111 (26,8)	<0,001
Гематома >5 см через 1 нед	50 (12,1)	144 (34,8)	<0,001
Ложная аневризма	0	2 (0,5)	>0,05
Повторная катетеризация в течение года	6 (1,5)	1 (0,2)	0,06

Примечание. Данные представлены в виде n (%).

\*При оценке значимости использовался критерий  $\chi^2$ .

Таблица 8

## Посткатетеризационная окклюзия ДЛА и ПЛА (n = 48)

Окклюзия	Выписка (1-й день) (n = 19)	1 нед (n = 9)	3 мес (n = 16)	6 мес (n = 4)	P*
ДЛА (n = 15, 3,6%)	4 (1)	3 (0,7)	7 (1,7)	1 (0,2)	<0,01
ПЛА (n = 33, 8,0%)	15 (3,6)	6 (1,4)	9 (2,2)	3 (0,7)	

Примечание. Данные представлены в виде n (%).

\*При оценке значимости использовался критерий  $\chi^2$ .

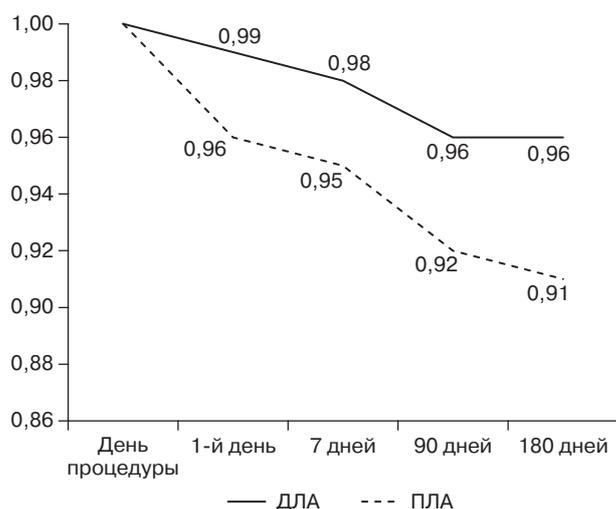


Рис. 2. Окклюзия ЛА в контрольные даты (1-й день, 7 дней, 3 мес и 6 мес)

Частота развития окклюзии ЛА в различные периоды наблюдения представлена на рисунке 2.

Согласно полученным данным, ОЛА возникла в разные сроки наблюдения, причем ПЛД чаще вызывал ОЛА на всех сроках наблюдения.

В группе ПЛД увеличение продолжительности ЧКВ чаще приводило к ОЛА ( $p \geq 0,05$ ). Других факторов, которые могли достоверно повлиять на возникновение ОЛА, выявлено не было. Для дистального доступа факторов, которые могли бы достоверно повлиять на возникновение ОЛА, не обнаружено.

### Обсуждение

Данное многоцентровое исследование было сопряжено с дополнительным неблагоприятным фактором — эпидемией COVID-19, при котором риск тромботических осложнений возрастал [17], что, вероятно, могло повлиять на конечные точки и «цензурирование» пациентов.

Исследование продемонстрировало, что по ряду показателей ДЛД оказался не хуже, чем ПЛД. А по некоторым конечным точкам, таким как локальные геморрагические осложнения и ОЛА, — достоверно лучше, что не противоречит проведенным ранее исследованиям [18]. Интересно, что опубликованный ранее предварительный анализ исследования TENDERA не показал достоверных отличий по частоте случаев возникновения ОЛА у больных с проксимальным и дистальным доступами [19].

Потеря чувствительности, дискомфорт и болевые ощущения при ДЛД не имели достоверных отличий по сравнению с ПЛД, что

подтверждается ранее опубликованными работами [20–22].

Учитывая, что ПЛД был в более «выгодном» положении при проведении гемостаза (использовалось гемостатическое устройство и патентный гемостаз [23]), время компрессии было достоверно меньше по сравнению с ДЛД ( $p < 0,05$ ), при котором на место пункции накладывалась бинтовая повязка [24]. Вероятно, это повлияло на частоту повторных локальных кровотечений в раннем послеоперационном периоде у больных с ПЛД, которых было достоверно больше ( $p < 0,01$ ), чем при ДЛД [25]. В настоящее время в арсенале эндоваскулярных хирургов имеется гемостатическое устройство для гемостаза ДЛД [26], и будет интересно сравнить исходы патентного гемостаза проксимального и дистального доступов.

В работе E.M. Zwaan et al. было отмечено возникновение дисфункции верхней конечности после лучевого доступа у 1,7% больных [27]. В другом многоцентровом исследовании, в котором на протяжении года оценивалась сенсорная и моторная функция кисти и пальцев, у больных с ДЛД не обнаружено нарушений функции кисти и пальцев [20]. В исследовании TENDERA выявлено изменение функции кисти в обеих группах. Проксимальный и дистальный доступы в равной мере снижали силу кисти ( $p = 0,04$  и  $p < 0,01$  соответственно) и пальцев ( $p = 0,05$  и  $p < 0,01$  соответственно) в первые сутки после процедуры, но через неделю функция восстанавливалась и не менялась на протяжении остального времени наблюдения.

В исследовании SPIRIT OF ARTEMIS отмечено снижение частоты ОЛА при высоких дозах антикоагулянтов [28]. В ряде других работ указывалось, что на возникновение ОЛА отказ от антикоагулянтов влиял незначительно [29]. В исследовании TENDERA также не было получено достоверных отличий риска возникновения ОЛА в зависимости от дозы антикоагулянта (гепарин 5 тыс. ЕД — 50 ЕД/кг / гепарин > 5 тыс. ЕД — 100 ЕД/кг,  $p = 0,5$ ). На частоту ОЛА в обеих группах также не влияло использование оральных антикоагулянтов ( $p = 0,9$ ).

Предикторы ОЛА разнообразны, но выделить какой-то в отдельности затруднительно [30]. Вероятно, большее значение имеет комбинация предикторов ОЛА. Также не влияли на риск возникновения ОЛА извитость ЛА ( $p = 0,2$ ), кальциноз ЛА ( $p = 0,3$ ), высокая бифуркация ЛА ( $p < 0,2$ ), спазм ЛА ( $p > 0,1$ ), гематома верхней

конечности ( $p > 0,1$ ), смена проводниковых катетеров ( $p > 0,7$ ), время проведения гемостаза ( $p = 0,3$ ). У больных с ДЛД продолжительность ЧКВ не влияла на возникновение ОЛА ( $p > 0,1$ ). При катетеризации ПЛА увеличение длительности ЧКВ оказывало влияние на возникновение ОЛА ( $p \geq 0,05$ ). Повторный гемостаз не увеличивал риск возникновения ОЛА при катетеризации ДЛА и ПЛА ( $p > 0,5$  и  $p = 0,2$  соответственно).

S. Dharma et al. ранее подтвердили, что отказ от введения вазодилататоров в ЛА провоцировал спазм лучевой артерии и ее окклюзию [31]. В исследовании TENDERA также было показано, что отсутствие вазодилататоров достоверно чаще вызывало ОЛА ( $p < 0,05$ ). Кроме того, к ОЛА достоверно чаще приводила диссекция ЛА ( $p = 0,02$ ), перфорация ЛА, кровотечение из ЛА ( $p < 0,01$ ). Следует отметить, что ОЛА возникала как в первые сутки после процедуры, так и в последующие сроки – через 7 дней, 3 и 6 мес.

По некоторым источникам, частота развития гематом предплечья при трансрадиальном доступе составляет 5–11% [32–34]. Метаанализ лучевого доступа 2021 г. показал, что частота гематом была сходной при дистальном и проксимальном доступах [35], однако в исследовании TENDERA как в первые сутки, так и на седьмые сутки после процедуры количество гематом было достоверно больше в группе с ПЛД.

Смена доступа выполнялась достоверно чаще при использовании ДЛА ( $p < 0,01$ ), что не согласуется с результатами метаанализа лучевого доступа 2021 г., согласно которому частота неудачной пункции/катетеризации была выше у ДЛА, без достоверных отличий [35].

В исследовании TENDERA продолжительность флюороскопии и процедуры, доза облучения не имели достоверных отличий между группами ( $p > 0,05$ ). Данные по этим показателям в других исследованиях разнятся. Так, в работе M.I. Sanhory et al. длительность процедуры при ДЛД была значимо больше ( $p = 0,013$ ) [36]. В метаанализе лучевого доступа время флюороскопии при ДЛД было достоверно больше ( $p = 0,05$ ), а доза облучения и продолжительность процедуры не имели достоверных отличий между группами [35].

### Заключение

Как показал предварительный анализ, ДЛД и ПЛД достоверно отличались по основной конечной точке – частоте окклюзии лучевой

артерии, а также по частоте развития других осложнений. Использование спазмолитических препаратов при введении в ЛА уменьшало частоту ОЛА. Анализ окончательных результатов исследования TENDERA позволит закрыть вопрос безопасности дистального лучевого доступа.

### Литература/References

1. 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: 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
2. Collet J.-P., Thiele H., Barbato E., Barthélémy O., Bauersachs J., Bhatt D.L. et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (14): 1289–367. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575
3. Hadjivassiliou A., Kiemeneij F., Nathan S., Klass D. Ultrasound-guided access to the distal radial artery at the anatomical snuffbox for catheter-based vascular interventions: a technical guide. *EuroIntervention.* 2021; 16: 1342–8. DOI: 10.4244/EIJ-D-19-00555
4. Sung-Ae Cho, Young-Eun Jang, Sang-Hwan Ji, Eun-Hee Kim, Ji-Hyun Lee, Hee-Soo Kim, Jin-Tae Kim. Ultrasound-guided arterial catheterization. *Anesth. Pain Med.* 2021; 16 (2): 119–32. DOI: 10.17085/apm.21012
5. Seto A.H., Roberts J.S., Abu-Fadel M.S., Czack S.J., Latif F., Jain S.P. et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery Access With Ultrasound Trial). *JACC. Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (2): 283–91.
6. Каледин А.Л., Кочанов И.Н., Селецкий С.С., Архаров И.В., Бурак Т.Я., Козлов К.Л. Особенности артериального доступа в эндоваскулярной хирургии у больных пожилого возраста. *Успехи геронтологии.* 2014; 27 (1): 115–9. PMID: 25051767.
7. Kaledin A.L., Kochanov I.N., Seletskiy S.S., Arkharov I.V., Burak T.Ya., Kozlov K.L. Peculiarities of arterial access in endovascular surgery in elderly patients. *Advances in Gerontology.* 2014; 27 (1): 115–9 (in Russ.). PMID: 25051767.
8. Kim Y., Lee J.W., Lee S.Y., Bae J.W., Lee S.J., Jeong M.H. et al. Feasibility of primary percutaneous coronary intervention via the distal radial approach in patients with ST-elevation myocardial infarction. *Korean J. Intern. Med.* 2021; 36 (1): 53–61. DOI: 10.3904/kjim.2019.420
9. Hadjivassiliou A., Cardarelli-Leite L., Jalal S., Chung J., Liu D., Ho S., Klass D. Left distal Transradial Access (ldTRA): a comparative assessment of conventional and distal radial artery size. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2020; 43 (6): 850–7. DOI: 10.1007/s00270-020-02485-7
10. Rajah G.B., Lieber B., Kappel A.D., Luqman A.W. Distal transradial access in the anatomical snuffbox for balloon guide-assisted stentriever mechanical thrombectomy: technical note and case report. *Brain. Circ.* 2020; 6 (1): 60–4. DOI: 10.4103/bc.bc\_22\_19
11. Kühn A.L., Rodrigues K.M., Singh J., Massari F., Puri A.S. Distal radial access in the anatomical snuffbox for neurointerventions: a feasibility, safety, and proof-of-concept study. *J. Neurointerv. Surg.* 2020; 12 (8): 798–801. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015604
12. Achim A., Kákonyi K., Jambrik Z., Nagy F., Tóth J., Sasi V. et al. Distal radial artery access for coronary and peripheral procedures: a multicenter experience. *J. Clin. Med.* 2021; 10 (24): 5974. DOI: 10.3390/jcm10245974
13. Schenke K., Viertel A., Joghetaei N., Prog R., Matthiesen T., Ohm S. et al. Distal transradial access for coronary angiography and interventions in everyday practice: data from the TRIANGLE Registry (Twitter Initiated registry for coronary ANgiography in Germany via distal radial accEss). *Cardiol. Ther.* 2021; 10 (1): 241–53. DOI: 10.1007/s40119-021-00218-6
14. Vefalı V., Sarıçam E. The comparison of traditional radial access and novel distal radial access for cardiac catheterization.

- Cardiovasc. Revasc. Med.* 2020; 21: 496–500. DOI: 10.1016/j.carrev.2019.07.001
14. Aoi S., Htun W.W., Freeo S., Lee S., Kyaw H., Alfaro V. et al. Distal transradial artery access in the anatomical snuffbox for coronary angiography as an alternative access site for faster hemostasis. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2019; 94: 651–7. DOI: 10.1002/ccd.28155
  15. Koutouzis M., Kontopodis E., Tassopoulos A., Tsiafoutis I., Katsanou K., Rigatou A. et al. Distal versus traditional radial approach for coronary angiography. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2019; 20: 678–80. DOI: 10.1016/j.carrev.2018.09.018
  16. Sattar Y., Talib U., Faisaluddin M., Song D., Lak H.M., Laghari A. et al. Meta-analysis comparing distal radial versus traditional radial percutaneous coronary intervention or angiography. *Am. J. Cardiol.* 2022; 170: 39–9. DOI: 10.1016/j.amjcard.2022.01.019
  17. Hanff Th.C., Mohareb A.M., Giri J., Cohen J.B., Chirinos J.A. Thrombosis in COVID-19. *Am. J. Hematol.* 2020; 95 (12): 1578–89. DOI: 10.1002/ajh.25982
  18. Nairoukh Z., Jahangir S., Adjepong D., Malik B.H. Distal radial artery access: the future of cardiovascular intervention. *Cureus.* 2020; 12 (3): e7201. DOI: 10.7759/cureus.7201
  19. Коротких А.В., Бабунашвили А.М., Каледин А.Л., Ахрамович Р.В., Деркач В.В., Портнов Р.М., Созыкин А.В. Анализ промежуточных результатов сравнительного многоцентрового рандомизированного исследования TENDERA по изучению дистального лучевого доступа. *Новости хирургии.* 2021; 29 (3): 285–95. DOI: 10.18484/2305-0047.2021.3.285
  20. Korotkikh A.V., Babunashvili A.M., Kaledin A.L., Akhramovich R.V., Derkach V.V., Portnov R.M., Sozykin A.V. Analysis of intermediate results of a comparative multicenter randomized Tendra study investigating the distal radiation access. *Novosti Khirurgii.* 2021; 29 (3): 285–95 (in Russ.). DOI: 10.18484/2305-0047.2021.3.285
  21. Sgueglia G.A., Hassan A., Harb S., Ford T.J., Koliastasis L., Milkas A. et al. International hand function study following distal radial access: the RATATOUILLE Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (12): 1205–15. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.04.023
  22. Li F., Shi G.W., Yu X.L., Song R.X., Xiao J.Q., Huang H.M. et al. Safety and efficacy of coronary angiography and percutaneous coronary intervention via distal transradial artery access in the anatomical snuffbox: a single-centre prospective cohort study using a propensity score method. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2022; 22 (74). DOI: 10.1186/s12872-022-02518-8
  23. Hassell M.E.C.J., Piek J.J. Upper-extremity dysfunction following transradial percutaneous procedures: an overlooked and disregarded complication? *Netherl. Heart J.* 2015; 23: 510–3. DOI: 10.1007/s12471-015-0749-7
  24. Bernat I., Aminian A., Pancholy S., Mamas M., Gaudino M., Nolan J. et al.; RAO International Group. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (22): 2235–46. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.07.043
  25. Davies R.E., Gilchrist I.C. Back hand approach to radial access: the snuff box approach. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2018; 19 (3): 324–6. DOI: 10.1016/j.carrev.2017.08.014
  26. Фролов А.А., Сорокин И.Н., Шарабрин Е.Г., Бехтерев А.В., Фролов И.А., Савенков А.Г. Сравнение традиционного и дистального лучевых доступов при эндоваскулярных коронарных вмешательствах. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2019; 12 (5): 410–7. DOI: 10.17116/kardio201912051410
  27. Frolov A.A., Sorokin I.N., Sharabrin E.G., Bekhterev A.V., Frolov I.A., Savenkov A.G. Comparison of traditional and distal radial approach in percutaneous coronary interventions. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2019; 12 (5): 410–7 (in Russ.). DOI: 10.17116/kardio201912051410
  28. Malik J., Javed N., Naeem H. A comparative study of Terumo radial Band® and PreludeSYNC hemostasis compression device after transradial coronary catheterization. *Anatol. J. Cardiol.* 2021; 25 (6): 402–6. DOI: 10.14744/AnatolJCardiol.2020.34694
  29. Zwaan E.M., Koopman A.G., Holtzer C.A., Zijlstra F., Ritt M.J.P.F., Amoroso G. et al. Revealing the impact of local access-site complications and upper extremity dysfunction post transradial percutaneous coronary procedures. *Neth. Heart J.* 2015; 23 (11): 514–24. DOI: 10.1007/s12471-015-0747-9
  30. Hahalis G.N., Leopoulou M., Tsigkas G., Xanthopoulou I., Patsilina S., Patsourakos N.G. et al. Multicenter randomized evaluation of high versus standard heparin dose on incident radial arterial occlusion after transradial coronary angiography: the SPIRIT OF ARTEMIS Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (22): 2241–50. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.08.009
  31. Lim P.O., Elghamry Z. Heparin-free distal radial artery approach to cardiac catheterisation and the small radial recurrent artery. *Br. J. Cardiol.* 2021; 28: 109–11. DOI: 10.5837/bjc.2021.039
  32. Огнерубов Д.В., Проваторов С.И., Меркулов Е.В., Терешченко А.С., Самко А.Н. Окклюзия лучевой артерии после интервенционных процедур, выполненных трансрадиальным доступом. Предикторы, пути сокращения частоты осложнения. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2018; 33 (3): 9–16. DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-3-9-16
  33. Ognerubov D.V., Provatorov S.I., Merkulov E.V., Tereshchenko A.S., Samko A.N. Radial artery occlusion after interventional procedures performed through the radial access. Predictors, strategy to reduce frequency. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2018; 33 (3): 9–16 (in Russ.). DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-3-9-16
  34. Dharma S., Kedev S., Patel T., Kiemeneij F., Gilchrist I.C. A novel approach to reduce radial artery occlusion after transradial catheterization: postprocedural/prehemostasis intra-arterial nitroglycerin. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2015; 85 (5): 818–25. DOI: 10.1002/ccd.25661
  35. Garg N., Umamaheswar K.L., Kapoor A., Tewari S., Khanna R., Kumar S., Goel P.K. Incidence and predictors of forearm hematoma during the transradial approach for percutaneous coronary interventions. *Indian Heart J.* 2019; 71 (2): 136–42. DOI: 10.1016/j.ihj.2019.04.014
  36. Bertrand O.F. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: prevention is better than treatment. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 75: 366–8. DOI: 10.1002/ccd.22448
  37. Jirous S., Bernat I., Slezak D., Miklik R., Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. *Eur. Heart J.* 2020; 22 (Suppl. F): F23–F29. DOI: 10.1093/eurheartj/uaa095
  38. Liang C., Han Q., Jia Y., Fan C., Qin G. Distal transradial access in anatomical snuffbox for coronary angiography and intervention: an updated meta-analysis. *J. Interv. Cardiol.* 2021; 2021: 7099044. DOI: 10.1155/2021/7099044
  39. Sanhoury M.I., Sobhy M.A., Saddaka M.A., Nassar M.A., Elwany M.N. Distal radial approach between theory and clinical practice. Time to go distal! *Egypt Heart J.* 2022; 74 (1): 8. DOI: 10.1186/s43044-022-00243-3

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.136:616.137]-007.64-089.819.1

## Смена парадигмы в эндоваскулярном лечении пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и подвздошных артерий

Р.С. Поляков<sup>1,2</sup>, Д.А. Карамян<sup>1✉</sup>, М.В. Пурецкий<sup>1,2</sup>, Г.В. Марданян<sup>1</sup>, А.А. Пиркова<sup>1</sup>, С.А. Абугов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Государственный научный центр РФ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация

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

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

✉ **Карамян Джульетта Арташесовна**, аспирант; orcid.org/0000-0001-7803-4698, e-mail: dr.karamyan@mail.ru

**Пурецкий Михаил Владимирович**, д-р мед. наук, профессор, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-4988-4102

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

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

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

### Резюме

**Цель исследования** – проведение сравнительного анализа различных вариантов эндопротезирования аорты и подвздошных артерий у пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и аневризмой общей подвздошной артерии.

**Материал и методы.** В исследование на ретроспективной основе включены 120 пациентов с подтвержденным диагнозом аневризмы брюшного отдела аорты и сопутствующей аневризмы подвздошных артерий. Материал исследования набирался в период с января 2019 г. по май 2023 г. включительно в отделении рентгенохирургических (рентгенэндоваскулярных) методов диагностики и лечения РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского. В зависимости от тактики эндоваскулярного лечения пациенты были распределены на две основные группы. Пациентам в 1-й группе (n = 44) выполняли эндопротезирование брюшного отдела аорты с выключением из кровотока одной или обеих внутренних подвздошных артерий. Во 2-ю группу (n = 76) включали пациентов, перенесших эндопротезирование брюшного отдела аорты с сохранением кровотока по внутренним подвздошным артериям. При этом в зависимости от морфологии аневризмы подвздошных артерий у пациентов 2-й группы применялись различные эндоваскулярные техники, в том числе с унилатеральной или билатеральной имплантацией подвздошного бифуркационного компонента.

**Результаты.** Средний период наблюдения в 1-й группе составил  $30,58 \pm 13,72$  мес, во 2-й группе –  $22,43 \pm 14,57$  мес. Проводилось сравнение госпитальных и отдаленных результатов. Технический успех достигнут у 42 (95,5%) пациентов 1-й группы и 73 (96,1%) пациентов 2-й группы. Отмечалась статистически значимая разница по длительности операции (119,25 ± 29,79 мин в 1-й группе и 137,45 ± 46,68 мин – во 2-й, p = 0,022) и объему использованного рентгеноконтрастного вещества (149,34 ± 46,98 мл в 1-й группе и 174,08 ± 57,77 мл – во 2-й, p = 0,017). Высокая перемежающаяся хромота развилась у 8 пациентов 1-й группы и 1 пациента 2-й группы (p = 0,001), из них у 5 она разрешилась самостоятельно в течение 6–12 мес после оперативного вмешательства. Тромбоз бранши стент-графта был зарегистрирован у 7 и 3 пациентов соответственно (p = 0,036), всем пациентам была выполнена реваскуляризация нижних конечностей. Ни одного случая ишемии органов малого таза зарегистрировано не было. Суммарно за период наблюдения был зарегистрирован 1 летальный исход в 1-й группе и 1 – во 2-й группе.

**Заключение.** При выборе оптимальной стратегии эндопротезирования аорты и подвздошных артерий необходимо учитывать комплекс анатомических и клинических факторов, а также такие показатели, как ожидаемая продолжительность жизни пациента, уровень его физической и сексуальной активности и возможный риск серьезных ишемических осложнений, связанных с покрытием внутренней подвздошной артерии. Эндоваскулярные методики, предусматривающие сохранение антеградного кровотока по внутренним подвздошным артериям, статистически значимо снижают количество ишемических осложнений в послеоперационном периоде. Среди них наиболее эффективной и безопасной методикой является применение бифуркационного подвздошного компонента.

**Ключевые слова:** аневризма брюшного отдела аорты, аневризма общей подвздошной артерии, эндопротезирование брюшного отдела аорты, покрытие внутренней подвздошной артерии, «клеш-техника», имплантация бифуркационного подвздошного компонента

**Для цитирования:** Поляков Р.С., Карамян Д.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Абугов С.А. Смена парадигмы в эндоваскулярном лечении пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и подвздошных артерий. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 291–302. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-291-302

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

Поступила 15.08.2023  
Принята к печати 07.09.2023

## The paradigm shift in endovascular treatment of patients with concurrent abdominal aortic and iliac artery aneurysms

R.S. Polyakov<sup>1, 2</sup>, D.A. Karamyan<sup>1</sup>✉, M.V. Puretskiy<sup>1, 2</sup>, G.V. Mardanyan<sup>1</sup>, A.A. Pirkova<sup>1</sup>, S.A. Abugov<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Russian Scientific Center of Surgery named after B.V. Petrovsky, Moscow, Russian Federation

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

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

✉ **Dzhuletta A. Karamyan**, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-7803-4698, e-mail: dr.karamyan@mail.ru

**Mikhail V. Puretskiy**, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Researcher; orcid.org/0000-0003-4988-4102

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

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

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

### Abstract

**Objective.** To compare different types of endovascular aortoiliac aneurysm repair methods in patients with concurrent abdominal aortic and iliac artery aneurysms.

**Material and methods.** We performed a retrospective analysis of 120 patients with aortoiliac aneurysm. The research material was collected in the department of X-ray surgery of the Russian Scientific Center of Surgery named after B.V. Petrovsky from 2019 to 2023. The patients were divided into 2 groups depending on the type of the procedure. The first group included patients who underwent endovascular aneurysm repair (EVAR) with unilateral or bilateral internal iliac arteries blood flow exclusion (44 patients). The second group included patients who underwent EVAR with unilateral or bilateral internal iliac arteries blood flow preservation (76 patients). Depending on the morphology of the iliac artery aneurysm, we used different endovascular techniques, including unilateral or bilateral implantation of an iliac bifurcation device.

**Results.** The mean follow-up time was  $30.58 \pm 13.72$  months in the first group and  $22.43 \pm 14.57$  months in the second group. We compared immediate and long-term results. Primary technical success was achieved in 42 patients (95,5%) in the first group and in 73 patients (96,1%) in the second group. There were significant differences in operating time and contrast volume. Buttock claudication occurred in 8 patients in the first group and 1 patient in the second group ( $p = 0,001$ ), although in 5 patients it resolved without reintervention in under 6–12 months. Endograft limb thrombosis occurred in 7 patients in the first group and 3 patient in the second group ( $p = 0,036$ ), all patients had lower extremities revascularization in postoperative period. No signs of pelvic ischemia were observed in either group. The overall mortality was 2,3% (1 patient) in the first group and 1,3% (1 patient) in the second group.

**Conclusion.** Several anatomical and clinical factors should be considered when determining the appropriate endovascular aortoiliac aneurysm repair strategy. It is also necessary to take into account factors like the patient's life expectancy, his physical and sexual activity levels and possible risk of ischemic complications associated with internal iliac artery exclusion. Internal iliac artery preservation strategies statistically significantly reduce the number of ischemic complications in postoperative period. Among these, the use of iliac bifurcation device appears to be the safest and most effective option.

**Keywords:** abdominal aortic aneurysm, common iliac artery aneurysm, endovascular aneurysm repair, internal iliac artery coverage, bell-bottom technique, iliac bifurcation device implantation

**For citation:** Polyakov R.S., Karamyan D.A., Puretskiy M.V., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Abugov S.A. The paradigm shift in endovascular treatment of patients with concurrent abdominal aortic and iliac artery aneurysms. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 291–302 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-291-302

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

Received August 15, 2023  
Accepted September 7, 2023

### Введение

Аневризма брюшного отдела аорты (АБА) — распространенное, потенциально жизнеугрожающее сосудистое заболевание, которое требует своевременного хирургического лечения. Определяется АБА как увеличение диаметра брюшного отдела аорты в 1,5 раза или на 50% относительно референсного диаметра аорты. Основными факторами риска развития АБА являются: возраст старше 65 лет, мужской пол, наличие в анамнезе атеросклеротических сердечно-сосу-

дистых заболеваний, курение, гипертоническая болезнь, генетически детерминированные эластопатии. Частота разрывов АБА имеет прямую корреляцию с диаметром аневризмы, а в отсутствие хирургического вмешательства общая летальность при разрыве АБА достигает 71–77%, что диктует строгие временные рамки для проведения оперативного лечения [1].

За последнее десятилетие эндоваскулярное протезирование брюшного отдела аорты (ЭПБА) стало «золотым стандартом» лечения для пациентов, анатомически подходящих для эндовас-

кулярного лечения. Эндovasкулярная технология по сравнению с открытой хирургией обладает рядом неоспоримых преимуществ: ЭПБА значительно снижает уровень кровопотери и травматизации пациента, а также длительность операции, сокращает период госпитализации, способствует ранней активизации, расширяя возможности лечения коморбидных пациентов, которые имеют противопоказания к открытой хирургии [2, 3]. Тем не менее эндovasкулярная методика не лишена ограничений и недостатков. Среди пациентов, которым выполнено ЭПБА, отмечается большее количество повторных вмешательств [4, 5], в течение первых 5 лет их частота достигает 20% [6]. Долгосрочная эффективность и безопасность ЭПБА напрямую зависит от герметизации в области проксимальной и дистальной зон фиксации стент-графта, которая, в свою очередь, связана с анатомическими критериями, характеризующими проксимальную и дистальную шейку аневризмы как благоприятную или неблагоприятную. Об анатомически неблагоприятной проксимальной шейке аневризмы уже накоплено большое количество данных, позволяющих проводить ЭПБА, снизив количество поздних осложнений и повторных интервенций. Однако что касается неблагоприятной дистальной зоны фиксации стент-графта, то на сегодняшний день отсутствует четкое определение неблагоприятной дистальной зоны фиксации стент-графта.

Одним из основных показателей, характеризующих анатомию дистальной зоны фиксации стент-графта как неблагоприятную для проведения ЭПБА, является наличие аневризмы на уровне подвздошных артерий. Известно, что приблизительно у 20–40% больных с АБА встречаются также аневризмы общей подвздошной артерии (ОПА), что требует применения дополнительных эндovasкулярных техник при выполнении ЭПБА [7, 8]. Условно данные методики можно разделить на те, которые предусматривают накрытие и выключение из кровотока внутренней подвздошной артерии (ВПА), и те, которые предусматривают сохранение кровотока по ВПА. В зависимости от морфологии и диаметра аневризмы ОПА и/или ВПА могут использоваться следующие варианты: позиционирование бранши стент-графта в наружную подвздошную артерию (НПА), применение «клёш-техники», использование подвздошного бифуркационного компонента (ПБК) [9–11]. В отсутствие рандомизирован-

ных контролируемых исследований четкие алгоритмы применения той или иной методики до сих пор не разработаны. Наиболее распространенным вариантом является позиционирование бранши стент-графта в НПА для достижения достаточной зоны герметизации, что отчасти обусловлено технической простотой данного метода лечения. Однако в отдаленном периоде накрытие ВПА может приводить к ишемическим осложнениям, значимо снижающим качество жизни пациентов. Ввиду этого наиболее перспективной и безопасной альтернативой являются дополнительные эндovasкулярные техники, сохраняющие кровоток по ВПА.

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа различных вариантов эндопротезирования аорты и подвздошных артерий у пациентов с АБА и аневризмой ОПА.

### Материал и методы

В исследование на ретроспективной основе включены 120 пациентов с диагнозом аневризмы брюшного отдела аорты и сопутствующей аневризмы подвздошных артерий. Материал исследования набирался в период с января 2019 г. по май 2023 г. включительно в отделении рентгенохирургических (рентгенэндovasкулярных) методов диагностики и лечения РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского. Все пациенты соответствовали критериям отбора для эндопротезирования аорты и подвздошных артерий: диаметр АБА более 55 мм у мужчин и более 50 мм – у женщин, рост аневризмы более чем на 5 мм за 6 мес или 10 мм за 1 год, диаметр изолированной аневризмы ОПА 35 мм и более.

В плане предоперационной подготовки пациенты проходили обследование, включающее стандартный перечень лабораторных и инструментальных методов диагностики, а также мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) аорты с контрастированием от угла нижней челюсти до середины бедра с толщиной среза 1 мм. На основании данных предоперационной МСКТ осуществлялась ангиографическая реконструкция аорты с использованием программного обеспечения OsiriX MD software (OsiriX Foundation, Швейцария), проводился расчет необходимых компонентов. В зависимости от морфологии, диаметра и типа аневризмы подвздошных артерий по классификации P.U. Reber пациенты были разделены на две основные группы.

В 1-ю группу включены 44 пациента, которым выполнялось ЭПБА с выключением из кровотока одной или обеих ВПА. В эту группу входили, как правило, пациенты с аневризмами подвздошных артерий II и III типа по классификации R.U. Reber. С целью увеличения дистальной зоны герметизации позиционирование бранши стент-графта в данном случае осуществлялось в наружной подвздошной артерии (НПА). При этом превентивная спиральная эмболизация ВПА рутинно не выполнялась. Суммарно покрытие ВПА с ее предварительной эмболизацией выполнено у 15 пациентов из 44, включенных в 1-ю группу. Решение о необходимости эмболизации ВПА принималось индивидуально для каждого пациента. Учитывались следующие параметры: морфология аневризмы ОПА, наличие достаточной зоны герметизации в наиболее дистальном отделе ОПА и наиболее проксимальном отделе НПА, проходимость и диаметр ВПА, наличие аневризмы ВПА, распространённость кальциноза и тромбоза на устье ВПА, локализация потенциальных источников сообщения с аневризматическим мешком. В случае двустороннего поражения подвздошных артерий и необходимости билатерального покрытия ВПА оперативное лечение проводилось в два этапа, согласно рекомендациям Европейского общества сосудистых хирургов (ESVS 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms), с интервалом между этапами не менее 14 дней. Данный промежуток времени соблюдался для сохранения возможности формирования коллатерального кровотока и снижения риска ишемии органов малого таза в отдалённом периоде.

Во 2-ю группу включены 76 пациентов, которым выполнялось эндопротезирование брюшного отдела аорты с сохранением крово-

тока по ВПА. В данную группу в основном входили пациенты с аневризмами подвздошных артерий I типа по классификации R.U. Reber. При этом в зависимости от морфологии и диаметра аневризмы ОПА у пациентов данной группы применялись различные эндоваскулярные техники. При диаметре аневризмы ОПА до 25–26 мм и наличии достаточной зоны герметизации в ОПА использовалась «клёш-техника» (суммарно у 39 пациентов). Технически это заключалось в имплантации бранши стент-графта с дистальным диаметром 24 или 28 мм до уровня бифуркации ОПА, после чего проводилось динамическое наблюдение. В случае дальнейшей аневризматической дегенерации ОПА или возникновения подтекания в дистальной зоне фиксации стент-графта в отдаленном периоде выполнялась имплантация дополнительной бранши с позиционированием в НПА или имплантация ПБК. При диаметре аневризмы ОПА 35 мм и более наряду с эндопротезированием брюшного отдела аорты имплантировали ПБК (суммарно у 37 пациентов). В случае двустороннего поражения ОПА проводилась билатеральная имплантация ПБК в один или два этапа в зависимости от коморбидного состояния пациента. Анатомическая характеристика пациентов в изучаемых группах представлена в таблице 1.

У всех пациентов, включённых в исследование, эндопротезирование аорты осуществлялось с использованием стент-графтов Endurant II или Endurant IIs (Medtronic). В случае сочетанной имплантации ПБК использовались стент-графты Zenith Branch Endovascular Graft – Iliac Bifurcation (Cook Medical), а в позицию ВПА имплантировали стент-графты BeGraft Peripheral Stent Graft System (Bentley InnoMed). У пациентов, которым для увеличения зоны

Таблица 1

## Анатомическая характеристика аневризм аортоподвздошного сегмента

Параметр	Группа 1 (n = 44)	Группа 2 (n = 76)	P
Сопутствующая АБА, n (%)	36 (81,8)	64 (84,2)	0,801
Средний диаметр АБА, мм	58,09 ± 10,43	58,21 ± 8,70	0,842
Средний диаметр аневризмы правой ОПА, мм	37,61 ± 10,21	34,53 ± 8,36	0,075
Средний диаметр аневризмы левой ОПА, мм	34,32 ± 7,53	31,47 ± 9,56	0,093
Средний диаметр правой НПА, мм	9,93 ± 1,30	10,09 ± 1,36	0,528
Средний диаметр левой НПА, мм	10,05 ± 1,28	9,99 ± 1,33	0,814
Средний диаметр правой ВПА, мм	7,89 ± 0,84	8,00 ± 0,80	0,463
Средний диаметр левой ВПА, мм	7,77 ± 0,89	7,96 ± 0,84	0,250
Длина дистальной зоны фиксации, мм	11,45 ± 1,78	11,82 ± 1,52	0,242

Таблица 2

## Клинико-демографическая характеристика пациентов

Параметр	Группа 1 (n = 44)	Группа 2 (n = 76)	P
Мужской пол, n (%)	41 (93,2)	71 (93,4)	1,0
Возраст, лет	69,4 ± 6,7	67,7 ± 7,5	0,214
Артериальная гипертензия, n (%)	43 (97,7)	67 (88,2)	0,090
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	18 (40,9)	31 (40,8)	0,990
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	8 (18,2)	5 (6,6)	0,067
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	36 (81,8)	62 (81,6)	1,0
Хроническая ишемия нижних конечностей, n (%)	5 (11,4)	10 (13,2)	1,0
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	6 (13,6)	9 (11,8)	0,781
Почечная недостаточность, n (%)	15 (34,1)	27 (35,5)	0,874
Сахарный диабет, n (%)	18 (40,9)	24 (31,6)	0,302
Ожирение, n (%)	16 (36,4)	26 (34,2)	0,812
ASA III/IV, n (%)	44 (100)	76 (100)	–

Примечание. ASA – физический статус пациентов согласно классификации Американского общества анестезиологов.

герметизации потребовалось позиционирование бранши стент-графта в НПА и предварительная эмболизация ВПА, использовались спирали Concerto (Medtronic) и Tornado (Cook Medical). Во всех случаях эмболизации выполнялось наиболее проксимальное позиционирование спирали с целью сохранения ветвей ВПА и дальнейшей возможности формирования коллатерального кровотока.

Возраст пациентов находился в диапазоне от 54 до 86 лет. Отмечалось преобладание пациентов мужского пола. Наиболее часто встречающимися сопутствующими заболеваниями в наблюдаемых группах являлись: артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, мультифокальный атеросклероз, почечная недостаточность, сахарный диабет, ожирение. По исходным клиническим и демографическим характеристикам группы были сопоставимы. Подробная клинико-демографическая характеристика пациентов представлена в таблице 2.

**Статистический анализ.** Накопление и систематизация исходных данных осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2019. Статистическая обработка полученных результатов выполнялась с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics v.26 (разработчик – IBM Corporation), были использованы методы параметрического и непараметрического анализа. Результаты анализа количественных переменных представлены в виде средней арифметической величины и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Качественные переменные представлены в виде числовых значений с процентной долей от общего числа –

n (%). Для сравнения групп по количественным переменным в зависимости от нормальности распределения применяли t-критерий Стьюдента либо критерий Манна–Уитни. Для сравнения номинальных данных в зависимости от минимального предполагаемого числа использовали  $\chi^2$  Пирсона или точный критерий Фишера. Различия показателей считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Средний период наблюдения в 1-й группе составил  $30,58 \pm 13,72$  мес, во 2-й группе –  $22,43 \pm 14,57$  мес. Такая разница обусловлена тем, что большая часть пациентов 2-й группы была прооперирована в более поздние сроки. Все пациенты проходили контрольное обследование, включавшее устное анкетирование по телефону, а также МСКТ-аортографию с контрастированием через 1 и 12 мес, далее – ежегодно. Проводилось сравнение госпитальных и отдаленных результатов.

Технический успех был достигнут у 42 (95,5%) пациентов 1-й группы и 73 (96,1%) пациентов 2-й группы. Под техническим успехом понимались имплантация стент-графтов в целевой позиции, извлечение доставляющего устройства и ушивание места доступа без конверсии в открытую хирургию. Технический неуспех был обусловлен сосудистыми осложнениями места доступа, потребовавшими хирургического выделения общей бедренной артерии (ОБА) и дальнейшего хирургического ушивания раны. В качестве стратегии первой линии использовался тотальный пункционный доступ к ОБА

с применением методики предварительного ушивания. Предпочтение хирургическому доступу к ОБА отдавалось в случае выраженного кальциноза, распространяющегося на переднюю стенку ОБА в зоне предполагаемой пункции, в случаях выраженного спаечного процесса ввиду предшествовавших оперативных вмешательств или при наличии в анамнезе реконструктивных вмешательств на подвздошно-бедренном сегменте. Наблюдалась статистически значимая разница по длительности операции ( $119,25 \pm 29,79$  мин в 1-й группе,  $137,45 \pm 46,68$  мин во 2-й группе;  $p=0,022$ ) и объему использованного рентгеноконтрастного вещества ( $149,34 \pm 46,98$  и  $174,08 \pm 57,77$  мл соответственно,  $p=0,017$ ). Данная тенденция закономерна и связана с технической сложностью процедуры ЭПБА с одномоментной имплантацией ПБК. Случаев развития инфаркта миокарда (ИМ), острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) и контраст-индуцированной нефропатии (КИН) в госпитальном периоде не отмечалось. По показателю длительности госпитализации группы были сопоставимы. Результаты лечения в госпитальном периоде представлены в таблице 3.

В отдаленном периоде статистически значимая разница наблюдалась при анализе частоты развития таких ишемических событий, как вы-

сокая перемежающаяся хромота и тромбоз бранши стент-графта. Высокая перемежающаяся хромота развилась у 8 пациентов 1-й группы и 1 пациента 2-й группы ( $p=0,001$ ), из них у 5 она разрешилась самостоятельно в течение 6–12 мес после оперативного вмешательства. Тромбоз бранши стент-графта был зарегистрирован у 7 пациентов 1-й группы и 3 пациентов 2-й группы ( $p=0,036$ ), – во всех случаях была выполнена хирургическая реваскуляризация нижних конечностей. Под тромбозом бранши понималось стенозирование просвета бранши стент-графта тромботическими массами на 50% и более по диаметру. Ни одного случая ишемии органов малого таза зафиксировано не было. Подтекания различного генеза были отмечены у 3 пациентов 1-й группы и 2 пациентов 2-й группы ( $p=0,355$ ). В 1-й группе ввиду самостоятельной регрессии эндоликов и отсутствия роста аневризмы повторные вмешательства не потребовались. Во 2-й группе у двух пациентов произошло развитие эндолика IV типа, что потребовало удлинения зоны герметизации и имплантации ПБК. Аортоассоциированной летальности в группах не было. Суммарно за период наблюдения было зарегистрировано по 1 летальному исходу в каждой группе. Результаты лечения в отдаленном периоде представлены в таблице 4.

Таблица 3

## Результаты лечения в госпитальном периоде

Параметр	Группа 1 (n = 44)	Группа 2 (n = 76)	P
Технический успех, n (%)	42 (95,5)	73 (96,1)	1,0
Пункционный доступ к ОБА, n (%)	34 (77,3)	68 (89,5)	0,109
Сосудистые осложнения, n (%)	2 (4,5)	3 (3,9)	1,0
Длительность операции, мин	$119,25 \pm 29,79$	$137,45 \pm 46,68$	0,022
Объем использованного рентгеноконтрастного вещества, мл	$149,34 \pm 46,98$	$174,08 \pm 57,77$	0,017
Госпитальный ИМ, n (%)	0	0	–
Госпитальное ОНМК, n (%)	0	0	–
КИН, n (%)	0	0	–
Длительность госпитализации, дней	$6,64 \pm 1,31$	$6,45 \pm 1,36$	0,459
Госпитальная летальность, n (%)	0	0	–

Таблица 4

## Результаты лечения в отдаленном периоде

Параметр	Группа 1 (n = 44)	Группа 2 (n = 76)	P
Высокая перемежающаяся хромота, n (%)	8 (18,2)	1 (1,3)	0,001
Ишемия органов малого таза, n (%)	0	0	–
Тромбоз бранши стент-графта, n (%)	7 (15,9)	3 (3,9)	0,036
Подтекания, n (%)	3 (6,8)	2 (2,6)	0,355
Аортоассоциированная летальность, n (%)	0	0	–
Общая летальность, n (%)	1 (2,3)	1 (1,3)	1,0

## Обсуждение

Наличие неблагоприятной для эндоваскулярного лечения анатомии подвздошных артерий представляет собой серьезную проблему для успешного выполнения ЭПБА. Хотя инструкции по применению устройств различаются в зависимости от производителя, минимальная зона фиксации стент-графта составляет 10–15 мм. Неблагоприятная анатомия в сочетании с дальнейшей аневризматической дегенерацией подвздошных артерий после ЭПБА может привести к формированию эндоликов или миграции стент-графта и, следовательно, повысить риск позднего разрыва [3].

Рекомендуемая стратегия эндоваскулярного лечения пациентов с АБА в сочетании с аневризмой на уровне подвздошных артерий на сегодняшний день остается дискуссионной [11, 12]. При выборе оптимального варианта лечения следует руководствоваться несколькими факторами. Среди них – ожидаемая продолжительность жизни пациента, уровень его физической и сексуальной активности, а также возможный риск серьезных ишемических осложнений, связанных с покрытием ВПА. Следует также учитывать особенности морфологии аневризмы, риски потенциально более длительного вмешательства и связанных с ним больших объемов контрастного вещества и времени лучевой нагрузки, а также стоимость процедуры и наличие необходимых эндоваскулярных навыков у врача.

Преднамеренное покрытие одной или обеих ВПА с позиционированием бранши стент-графта в НПА является методом первого выбора, разработанным для преодоления проблемы неблагоприятной анатомии дистальной зоны фиксации стент-графта [13]. Несмотря на то что в современной литературе сообщается о хороших отдаленных результатах, высокой частоте технического успеха и малом количестве эндоликов в отдаленном периоде, эта методика не лишена осложнений. Она сопровождается значительно худшим клиническим исходом, так как до 50% пациентов имеют ишемические осложнения, которые существенно снижают качество их жизни [3]. Наиболее распространены из них являются: высокая перемежающаяся хромота (27,8%), эректильная дисфункция (12,7%), ишемия кишечника (3,4%), ишемия органов малого таза (0,51%), ишемия спинного мозга (0,1–0,3%) [14–16].

Пытаясь снизить частоту развития осложнений, по мере накопления данных вносились изменения в эту процедуру. Например, при необходимости превентивной эмболизации накрываемой ВПА было предложено выполнять наиболее проксимальное размещение спиралей/окклюдера, а в случае двустороннего поражения – поэтапное покрытие ВПА с интервалом между этапами не менее 14 дней [14, 17, 18]. Обе стратегии направлены на сохранение возможности формирования коллатерального кровообращения.

Крупным значимым исследованием, в котором оценивалась частота развития осложнений после различных видов исключения из кровотока ВПА, является систематический обзор, проведенный D.C. Vosanquet et al. [14]. Было проанализировано 61 нерандомизированное исследование (всего 2671 пациент). Согласно данным приведенного систематического обзора, высокая перемежающаяся хромота наблюдалась у 27,9% пациентов, хотя у 48,0% из них она разрешилась самостоятельно в течение 2-летнего периода наблюдения. Показатели высокой перемежающейся хромоты были ниже в группе покрытия ВПА без ее эмболизации (12,9%), нежели в группе покрытия ВПА с ее эмболизацией спиралью (32,6%) и окклюдерами (23,8%). Другие значимые ишемические события (ишемия ягодичной области, кишечника, спинальная ишемия) в группах наблюдались крайне редко (< 1%) [14].

С одной стороны, считается, что покрытие ВПА стент-графтом без предварительной ее эмболизации приводит к реверсии кровотока в аневризматический мешок и развитию эндолика II типа в отдаленном периоде [19]. С другой стороны, существует мало доказательств того, что покрытие ВПА без ее эмболизации достоверно приводит к увеличению количества эндоликов II типа. Таким образом, в современной литературе существует значительный пробел в отношении подгруппы пациентов, которым необходимо выполнять эмболизацию ВПА при ее покрытии стент-графтом, поскольку показания к ней четко не определены [20].

В существующей литературе есть несколько публикаций, в которых отражен опыт ЭПБА с позиционированием бранш стент-графта в НПА без предварительной эмболизации ВПА. Большинство этих публикаций представляет собой небольшую серию случаев. В некоторых из них указаны критерии, по которым прини-

малось решение о покрытии ВПА без ее эмболизации: адекватная зона герметизации и оверсайзинга в наиболее дистальных 5 мм ОПА и наиболее проксимальных 15 мм НПА, наличие герметизации в устье ОПА или диаметр ВПА менее 5 мм [11, 18]. В большинстве случаев эмболизацию ВПА допустимо не выполнять — такой подход в том числе позволяет сократить длительность операции, уменьшить использование контрастного вещества и время лучевой нагрузки, а также сократить количество манипуляций катетером в изменённых подвздошных артериях, которые могут привести к периферической эмболизации [11].

В практике РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского эмболизация ВПА при ее покрытии браншей стент-графта рутинно не выполнялась. Поскольку в научной литературе отсутствуют четкие показания для эмболизации ВПА, решение о необходимости проведения данного этапа вмешательства принималось в каждом случае индивидуально, с учетом анатомических факторов, таких как диаметр и морфология аневризмы ОПА, наличие достаточной зоны герметизации в дистальном отделе ОПА и проксимальном отделе НПА, диаметр ВПА и распространенность кальциноза/тромбоза на ее устье, локализация потенциальных источников сообщения с аневризматическим мешком.

Помимо перечисленных выше ишемических осложнений, связанных с покрытием ВПА во время ЭПБА, в нескольких исследованиях демонстрируется взаимосвязь между более высокой частотой развития тромбоза бранши стент-графта при его позиционировании в НПА. Например, по данным А.М. Conway et al., при анализе результатов лечения 661 пациента, которым выполнялось ЭПБА с позиционированием бранши стент-графта в ОПА или НПА, было выявлено, что частота развития тромбоза была статистически значимо выше в группе пациентов с имплантацией стент-графта в НПА (12%) по сравнению с пациентами, которым стент-графт позиционировали в ОПА (1%,  $p < 0,0001$ ) [21]. Это объясняется тем, что исключение из кровотока ВПА приводит к снижению принимающей способности дистального русла и резкой перекалибровке диаметров ОПА-НПА, что лежит в основе механизма формирования тромбоза бранши стент-графта.

Ввиду большого количества ишемических осложнений, возникающих вследствие исключения из кровотока ВПА, популярность стали

набирать эндоваскулярные методики, предусматривающие сохранение антеградного кровотока по ВПА. Они особенно актуальны для пациентов, у которых ожидается более высокая выраженность симптомов покрытия ВПА, например для молодых и более активных пациентов. Альтернативной техникой, позволяющей сохранить кровоток по ВПА, предотвратив ишемические осложнения, является «клёш-техника». Она заключается в том, что для достижения герметичности в области дистальной зоны фиксации стент-графта используется расширенный книзу стент-графт большого диаметра, имплантируемый выше бифуркации ОПА. По данным литературы, «клёш-техника» на протяжении многих лет используется у пациентов с аневризмой брюшной аорты и сопутствующей дилатированной ОПА или аневризмой ОПА с диаметром дистальной зоны приземления стент-графта от 18 до 25 мм и длиной более 20 мм [22, 23]. На сегодняшний день среди доступных устройств наибольший дистальный диаметр бранши, имплантируемой выше бифуркации ОПА, составляет 24 или 28 мм. Соответственно, ввиду лимитированного количества вариаций диаметров дистальной бранши коммерчески доступных стент-графтов применение данной техники ограничено анатомическими критериями и может рассматриваться у пациентов с диаметром аневризмы ОПА максимально до 25 мм. Такое ограничение объясняется тем, что риск возникновения позднего эндолика IV типа возрастает с увеличением диаметра ОПА, в которую выполняется имплантация стент-графта по методике «клёш-техники» [22].

«Клёш-техника» показывает хорошие ранние результаты с точки зрения технического успеха, более короткого пребывания в стационаре благодаря незначительной сложности вмешательства, с меньшим количеством используемого контрастного вещества и более коротким оперативным временем по сравнению с имплантацией подвздошного бифуркационного компонента, без увеличения стоимости процедуры [22, 24]. Однако в долгосрочном периоде данная техника показывает более высокую частоту поздних осложнений, таких как эндолики IV типа [25]. По данным С.О. McDonnell et al., у пациентов с дилатированной ОПА зарегистрированная частота возникновения эндолика IV типа после выполнения ЭПБА составила 7% (в исследование включались пациенты с диаметром ОПА 16–22 мм) [26].

В ретроспективном когортном исследовании, опубликованном В. Massière et al. в 2021 г., сравнивались результаты стандартной процедуры ЭПБА (119 пациентов) и ЭПБА в сочетании с «клёш-техникой» (84 пациента). Средний период наблюдения в данном исследовании составил  $35,2 \pm 30,4$  мес. По результатам анализа статистически значимой разницы по частоте повторных вмешательств и 30-дневной смертности между группами не было. Однако в группе «клёш-техники» отмечался более низкий уровень свободы от эндоликов IV типа (85,2% в группе «клёш-техники» по сравнению с 98,7% в группе стандартного ЭПБА,  $p=0,05$ ) [27].

Похожие результаты были продемонстрированы в исследовании D. Gray et al. Всего в анализ вошли 129 пациентов, средний период наблюдения составил 53 мес. Данное исследование показало, что после минимального наблюдения в течение более 3 лет у пациентов, получавших эндоваскулярное лечение с имплантацией бранши стент-графта диаметром 20 мм и более, риск позднего (в среднем через 37 мес) возникновения эндолика IV типа был в 5 раз выше по сравнению с пациентами, получавшими лечение с имплантацией бранши стент-графта диаметром менее 20 мм (ОР 5,3, 95% ДИ 1,98–14,59,  $p=0,001$ ) [23].

В ретроспективном исследовании P.A. Naughton et al. сравнивались результаты ЭПБА с покрытием и эмболизацией ВПА (94 пациента) и ЭПБА с применением «клёш-техники» (166 пациентов). Медиана наблюдения составила 22 мес. Несмотря на отсутствие существенной разницы в количестве осложнений между двумя группами, суммарная частота периоперационных осложнений и повторных реинтервенций была статистически значимо выше в группе ЭПБА с покрытием и эмболизацией ВПА (49% против 22% в группе «клёш-техники»,  $p=0,002$ ) [28].

Все это позволяет сделать заключение, что «клёш-техника» проста в выполнении и не увеличивает инвазивность процедуры. Это эффективный метод лечения для пациентов с малыми аневризмами ОПА с хорошими краткосрочными результатами, однако он требует тщательного наблюдения в отдаленном периоде для более раннего выявления возможных осложнений. Поскольку в случае применения «клёш-техники» имплантация эндографта происходит в измененный сегмент сосуда, даже после герметичного закрытия полости аневризмы ОПА

сохраняется вероятность вторичной дилатации дистальной зоны фиксации стент-графта со временем, что приводит к эндоликам IV типа и требует выполнения повторного вмешательства.

В связи недостатками перечисленных методов эндоваскулярного лечения для пациентов с АБА и сопутствующей аневризмой ОПА наиболее перспективной альтернативой в настоящее время является применение ПБК. Данное устройство имеет строгие анатомические критерии, что может ограничивать его применение. В исследовании D. Gray et al. было продемонстрировано, что только максимум 58% пациентов в когорте соответствовали критериям в инструкции производителя, при этом основным ограничивающим фактором являлась аневризма ВПА, препятствующая адекватному дистальному позиционированию боковой бранши. Анатомические показания к применению ПБК различаются у разных производителей и типов применяемых устройств. Поэтому при определении применимости в каждом случае следует оценивать соответствующие инструкции производителя для каждого устройства. Хотя в настоящее время в России имеется ограниченный опыт имплантации ПБК в ходе ЭПБА, по данным опубликованных одноцентровых и многоцентровых исследований, эта техника зарекомендовала себя как эффективный и безопасный метод эндоваскулярного лечения пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты и ОПА с высоким уровнем технического успеха [24, 29–33]. По данным R. Pini et al., частота ранних осложнений составляет всего 1,6%, а частота повторных вмешательств, связанных с имплантацией подвздошного бифуркационного компонента, – 8% в течение 9 лет [24].

За последнее десятилетие были разработаны и предложены различные модели ПБК. Наиболее изученным, внедрённым в клиническую практику и широко используемым устройством является стент-графт Zenith Branch Endovascular Graft-Iliac Bifurcation (Cook Medical). Имеющиеся в мировой литературе публикации об использовании ПБК ограничены малыми выборками пациентов. Так, по данным В. Lebas et al., в результате лечения 25 пациентов, которым выполнялась имплантация стент-графта Zenith Branch Endovascular Graft, были получены удовлетворительные результаты в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Медиана наблюдения составила 29 мес (1–60 мес). Технический успех составил 96%, смертность в течение

30 дней была нулевой, а среднесрочный показатель проходимости бранш стент-графта без эндоликов составил 94,7% [34].

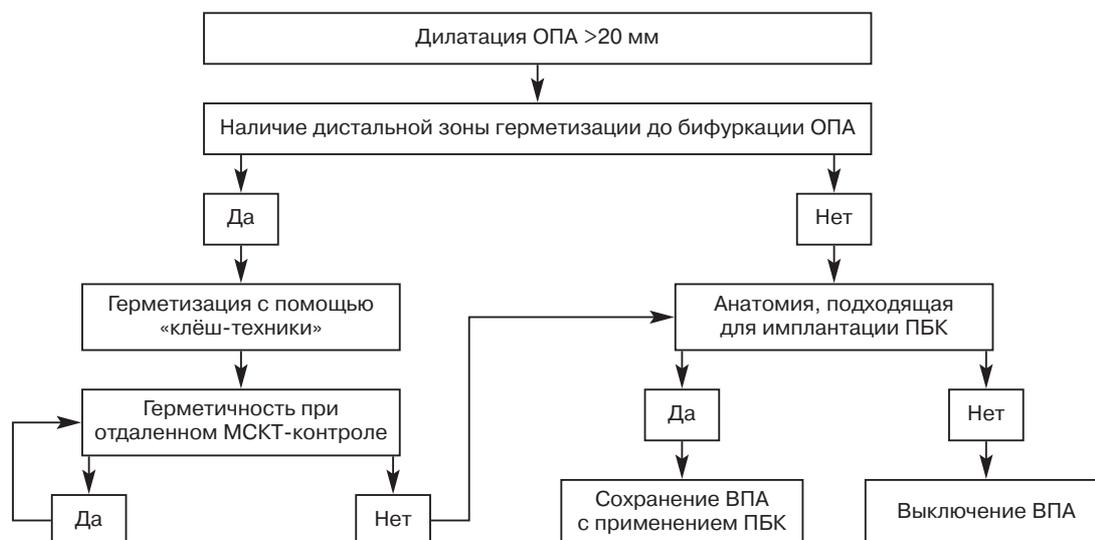
Также в недавнем голландском исследовании, посвященном оценке имплантации 162 устройств ПБК (устройства Cook ZBIS), были продемонстрированы результаты отдаленного периода наблюдения (в среднем  $26,6 \pm 24,1$  мес). Технический успех составил 96,9%. Реинтервенции, связанные с имплантацией ПБК, потребовались в 12,1% случаев. Показатель свободы от повторных вмешательств через 5 лет составил 75,9% [35]. По данным A. Karthikesalingam et al., в девяти сериях наблюдений были получены похожие результаты применения ПБК суммарно у 196 пациентов. Технический успех составил 85–100%. Отмечалась низкая частота повторных вмешательств в послеоперационном периоде: повторные вмешательства потребовались 12 пациентам из всех описанных серий наблюдения [36].

Использование бифуркационных подвздошных устройств сопровождается благоприятными интраоперационными и хорошими отдаленными результатами, хотя увеличивает стоимость вмешательства [37]. Применение ПБК может рассматриваться в качестве подхода первой линии для пациентов с более высокими потребностями в сохранении кровотока по ВПА, например у молодых и более активных пациентов. Однако различные исследования рекомендуют использовать ПБК не только у таких пациентов, но и во всех случаях АБА и распространения аневризмы на ОПА при наличии благоприятной анатомии. Кроме того, необходимо

помнить, что ВПА участвуют в коллатеральном пути кровоснабжения, отвечающем за перфузию спинного мозга. Поэтому у пациентов, которым также планируется эндопротезирование более проксимальных сегментов аорты и у которых реимплантация межреберных ветвей не представляется возможной, и у пациентов с аневризмами торакоабдоминального отдела аорты необходимо в любом случае стремиться к сохранению антеградного кровотока по ВПА [3].

Отдаленные результаты продемонстрированы также в многоцентровом регистре rELVIS, который отражает самый крупный из опубликованных опытов применения ПБК. В регистр была включена когорта из 575 пациентов 6 европейских сосудистых центров с большим опытом эндоваскулярного лечения аневризм, в каждом из которых выполнялось более 30 имплантаций ПБК. Период наблюдения за пациентами составил 10 лет. Всего было проанализировано 650 имплантаций ПБК (устройства ZBIS IVD и Gore Excluder), у 75 пациентов – билатеральная имплантация. Технический успех был достигнут у 561 пациента из 575, что составило 97,6%. За период наблюдения повторные вмешательства выполнены у 42 (7,3%) пациентов. Большинство из них были успешно пролечены эндоваскулярным методом [38].

Таким образом, несмотря на то, что позиционирование бранши стент-графта в НПА исторически является методом первого выбора, разработанным для преодоления проблемы неблагоприятной анатомии дистальной зоны фиксации стент-графта, в настоящее время данная техника применяется всё реже ввиду



Алгоритм принятия решения у пациентов с дилатацией ОПА

большого количества ишемических осложнений, возникающих в отдаленном периоде. В современной клинической практике преобладают эндоваскулярные стратегии, которые предусматривают сохранение антеградного кровотока по ВПА. В практике отделения рентгенохирургических (рентгенэндоваскулярных) методов диагностики и лечения РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского разработан алгоритм принятия решения, который позволяет обобщить накопленные литературные данные и выбрать оптимальную тактику эндоваскулярного лечения пациентов с дилатацией ОПА (см. рисунок). Концепция заключается в стремлении сохранить обе ВПА и рассмотрении возможности имплантации ПБК в случаях, когда анатомические характеристики дистальной зоны фиксации соответствуют рекомендациям производителя.

Независимо от применяемого метода лечения, тщательный отбор пациентов и соблюдение инструкций производителя устройства имеют решающее значение для достижения эффективных результатов. Ввиду ограниченного опыта имплантации ПБК в настоящее время применение данной техники требует дальнейшего изучения и внедрения в клиническую практику.

### Заключение

При выборе оптимальной стратегии эндопротезирования аорты и подвздошных артерий необходимо учитывать комплекс анатомических и клинических факторов, а также такие показатели, как ожидаемая продолжительность жизни пациента, уровень его физической и сексуальной активности и возможный риск серьезных ишемических осложнений, связанных с накрыванием внутренней подвздошной артерии. Эндоваскулярные методики, предусматривающие сохранение антеградного кровотока по внутренним подвздошным артериям, статистически значимо снижают количество ишемических осложнений в послеоперационном периоде. Среди них наиболее эффективной и безопасной методикой является применение бифуркационного подвздошного компонента.

### Литература/References

1. Ashton H.A., Buxton M.J., Day N.E., Kim L.G., Marteau T.M., Scott R.A. et al.; Multicentre Aneurysm Screening Study Group. The Multicentre Aneurysm Screening Study (MASS) into the effect of abdominal aortic aneurysm screening on mortality in men: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2002; 360 (9345): 1531–9. DOI: 10.1016/S0140-6736(02)11522-4

2. Oderich G.S., Greenberg R.K. Endovascular iliac branch devices for iliac aneurysms. *Perspect. Vasc. Surg. Endovasc. Ther.* 2011; 23 (3): 166–72. DOI: 10.1177/1531003511408344
3. Robalo C., Sousa J., Mansilha A. Internal iliac artery preservation strategies in the endovascular treatment of aortoiliac aneurysms. *Int. Angiol.* 2018; 37: 346–55. DOI: 10.23736/S0392-9590.18.04004-X
4. Leurs L.J., Buth J., Harris P.L., Blankensteijn J.D. Impact of study design on outcome after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. A comparison between the randomized controlled DREAM-trial and the observational EUROSTAR-registry. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2007; 33 (2): 172–6. DOI: 10.1016/j.ejvs.2006.09.011
5. Patel R., Powell J.T., Sweeting M.J., Epstein D.M., Barrett J.K., Greenhalgh R.M. The UK Endovascular Aneurysm Repair (EVAR) randomised controlled trials: long-term follow-up and cost-effectiveness analysis. *Health. Technol. Assess.* 2018; 22 (5): 1–132. DOI: 10.3310/hta22050
6. Patel S.R., Allen C., Grima M.J., Brownrigg J.R.W., Patterson B.O., Holt P.J.E. et al. A systematic review of predictors of reintervention after EVAR: guidance for risk-stratified surveillance. *Vasc. Endovascular. Surg.* 2017; 51 (6): 417–28. DOI: 10.1177/1538574417712648
7. Armon M.P., Wenham P.W., Whitaker S.C., Gregson R.H., Hopkinson B.R. Common iliac artery aneurysms in patients with abdominal aortic aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 1998; 15 (3): 255–7. DOI: 10.1016/S1078-5884(98)80186-x
8. Henretta J.P., Karch L.A., Hodgson K.J., Mattos M.A., Ramsey D.E., McLafferty R., Sumner D.S. Special iliac artery considerations during aneurysm endografting. *Am. J. Surg.* 1999; 178 (3): 212–8. DOI: 10.1016/S0002-9610(99)00156-7
9. Lin P.H., Bush R.L., Chaikof E.L., Chen C., Conklin B., Teramani T.T. et al. A prospective evaluation of hypogastric artery embolization in endovascular aortoiliac aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2002; 36 (3): 500–6. DOI: 10.1067/mva.2002.127350
10. Yano O.J., Morrissey N., Eisen L., Faries P.L., Soundararajan K., Wan S. et al. Intentional internal iliac artery occlusion to facilitate endovascular repair of aortoiliac aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2001; 34 (2): 204–11. DOI: 10.1067/mva.2001.115380
11. Papazoglou K.O., Sfyroeras G.S., Zambas N., Konstantinidis K., Kakkos S.K., Mitka M. Outcomes of endovascular aneurysm repair with selective internal iliac artery coverage without coil embolization. *J. Vasc. Surg.* 2012; 2 (56): 298–303. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.08.063
12. Mell M., Tefera G., Schwarze M., Carr S., Acher C., Hoch J., Turnipseed W. Absence of buttock claudication following stent-graft coverage of the hypogastric artery without coil embolization in endovascular aneurysm repair. *J. Endovasc. Ther.* 2006; 13 (3): 415–9. DOI: 10.1583/06-1849.1
13. Verzini F., Parlani G., Romano L., De Rango P., Panuccio G., Cao P. Endovascular treatment of iliac aneurysm: concurrent comparison of side branch endograft versus hypogastric exclusion. *J. Vasc. Surg.* 2009; 49 (5): 1154–61. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.11.100
14. Bosanquet D.C., Wilcox C., Whitehurst L., Cox A., Williams I.M., Twine C.P.; British Society of Endovascular Therapy (BSET). Systematic review and meta-analysis of the effect of internal iliac artery exclusion for patients undergoing EVAR. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2017; 53 (4): 534–48. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.01.009
15. Machado R.M., Rego D.N., de Oliveira PNFP, de Almeida R.M.G.F. Endovascular treatment of internal iliac artery aneurysms: single center experience. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2016; 31 (2): 127–31. DOI: 10.5935/1678-9741.20160023
16. Rayt H.S., Bown M.J., Lambert K.V., Fishwick N.G., McCarthy M.J., London N.J., Sayers R.D. Buttock claudication and erectile dysfunction after internal iliac artery embolization in patients prior to endovascular aortic aneurysm repair. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2008; 31 (4): 728–34. DOI: 10.1007/s00270-008-9319-3
17. Bratby M.J., Munneke G.M., Belli A.M., Loosemore T.M., Loftus I., Thompson M.M., Morgan R.A. How safe is bilateral internal iliac artery embolization prior to EVAR? *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2008; 31 (2): 246–53. DOI: 10.1007/s00270-007-9203-6
18. Wyers M.C., Schermerhorn M.L., Fillinger M.F., Powell R.J., Rzcuidlo E.M., Walsh D.B. et al. Internal iliac occlusion with-

- out coil embolization during endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2002; 36 (6): 1138–45. DOI: 10.1067/mva.2002.129639
19. Heye S. Preoperative internal iliac artery coil embolization for aneurysms involving the iliac bifurcation. *Acta Chir. Belg.* 2006; 106 (2): 144–8. DOI: 10.1080/00015458.2006.11679861
  20. Kouvelos G.N., Koutsoumpelis A., Peroulis M., Matsagkas M. In endovascular aneurysm repair cases, when should you consider internal iliac artery embolization when extending a stent into the external iliac artery? *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2014; 18 (6): 821–4. DOI: 10.1093/icvts/ivu042
  21. Conway A.M., Modarai B., Taylor P.R., Carrell T.W., Waltham M., Salter R., Bell R.E. Stent-graft limb deployment in the external iliac artery increases the risk of limb occlusion following endovascular AAA repair. *J. Endovasc. Ther.* 2012; 19 (1): 79–85. DOI: 10.1583/11-3550.1
  22. Torsello G., Schonefeld E., Osada N., Austermann M., Pennecamp C., Donas K.P. Endovascular treatment of common iliac artery aneurysms using the bell-bottom technique: long-term results. *J. Endovasc. Ther.* 2010; 17: 504–9.
  23. Gray D., Shahverdyan R., Reifferscheid V., Gawenda M., Brunkwall J.S. EVAR with flared iliac limbs has a high risk of late type 1b endoleak. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2017; 54 (2): 170–6. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.05.008
  24. Pini R., Faggioli G., Indelicato G., Gallitto E., Mascoli C., Stella A., Gargiulo M. Early and late outcome of common iliac aneurysms treated by flared limbs or iliac branch devices during endovascular aortic repair. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2019; 30 (4): 503–10. DOI: 10.1016/j.jvir.2018.10.024
  25. Pagliariccio G., Gatta E., Schiavon S., Grilli Cicilioni C., Lattanzi S., Dimitri E., Carbonari L. Bell-bottom technique in iliac branch era: mid-term single stent graft performance. *CVIR Endovasc.* 2020; 3 (1): 57. DOI: 10.1186/s42155-020-00147-w
  26. McDonnell C.O., Semmens J.B., Allen Y.B., Jansen S.J., Brooks D.M., Lawrence-Brown M.M. Large iliac arteries: a high-risk group for endovascular aortic aneurysm repair. *J. Endovasc. Ther.* 2007; 14 (5): 625–9. DOI: 10.1177/152660280701400504
  27. Massière B., Leão R., Vescovi A., Leal D., Vasconcelos A., von Ristow A. Outcomes of bell-bottom technique compared to standard endovascular aneurysm repair. *Vascular.* 2021; 29 (6): 817–21. DOI: 10.1177/1708538120920500
  28. Naughton P.A., Park M.S., Kheirelseid E.A., O’Neill S.M., Rodriguez H.E., Morasch M.D. et al. A comparative study of the bell-bottom technique vs hypogastric exclusion for the treatment of aneurysmal extension to the iliac bifurcation. *J. Vasc. Surg.* 2012; 55 (4): 956–62. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.10.121
  29. Gray D., Shahverdyan R., Jakobs C., Brunkwall J., Gawenda M. Endovascular aneurysm repair of aortoiliac aneurysms with an iliac side-branched stent graft: studying the morphological applicability of the Cook device. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2015; 49 (3): 283–8. DOI: 10.1016/j.ejvs.2014.12.021
  30. Verzini F., Parlani G., Varetto G., Gibello L., Boero M., Torsello G.F. et al.; pELVIS Investigators. Late outcomes of different hypogastric stent grafts in aortoiliac endografting with iliac branch device: results from the pELVIS Registry. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (2): 549–55.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.09.065
  31. Абугов С.А., Саакян Ю.М., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Мардanian Г.В., Пиркова А.А. и др. Эндопротезирование аневризмы подвздошной артерии с использованием бифуркационного подвздошного компонента. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (2): 154–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-154-159
  32. Абугов С.А., Саакян Ю.М., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Мардanian Г.В., Пиркова А.А. et al. Endovascular aortoiliac repair using an iliac side branch endoprosthesis. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (2): 154–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-2-154-159
  33. Алекян Б.Г., Стаферов А.В., Григорьян А.М., 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
  34. Алекян В.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. 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
  35. Delay C., Deglise S., Lejay A., Georg Y., Roussin M., Schaeffer M. et al. Zenith bifurcated iliac side branch device: mid-term results and assessment of risk factors for intraoperative thrombosis. *Ann. Vasc. Surg.* 2017; 41: 141–50. DOI: 10.1016/j.avsg.2016.08.048
  36. Lebas B., Galley J., Legall M., Gerges C., Chaufour X. Preservation of the internal iliac arteries with branched iliac stent grafts (Zenith Bifurcated Iliac Side): 5 years of experience. *Ann. Vasc. Surg.* 2016; 33: 18–22. DOI: 10.1016/j.avsg.2016.01.002
  37. Jongsma H., Bekken J.A., Bekkers W.J., Zeebregts C.J., van Herwaarden J., Hoksbergen A. et al. Endovascular treatment of common iliac artery aneurysms with an iliac branch device: multicenter experience of 140 patients. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24 (2): 239–45. DOI: 10.1177/1526602816679132
  38. Karthikesalingam A., Hinchliffe R.J., Holt P.J., Boyle J.R., Loftus I.M., Thompson M.M. Endovascular aneurysm repair with preservation of the internal iliac artery using the iliac branch graft device. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2010; 39 (3): 285–94. DOI: 10.1016/j.ejvs.2009.11.018
  39. Ziegler P., Avgerinos E.D., Umscheid T., Perdikides T., Erz K., Stelter W.J. Branched iliac bifurcation: 6 years experience with endovascular preservation of internal iliac artery flow. *J. Vasc. Surg.* 2007; 46 (2): 204–10. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.04.015
  40. Donas K.P., Inchingolo M., Cao P., Pratesi C., Pratesi G., Torsello G. et al.; pELVIS Registry collaborators. Secondary procedures following iliac branch device treatment of aneurysms involving the iliac bifurcation: the pELVIS registry. *J. Endovasc. Ther.* 2017; 24 (3): 405–10. DOI: 10.1177/1526602817705134

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.132.14-089.819.5-06

## Результаты эндоваскулярных и гибридных операций при патологии дуги аорты

Н.В. Сусанин<sup>1</sup>✉, Т.Н. Хафизов<sup>2</sup>, Д.П. Гапонов<sup>3</sup>, М.А. Чернявский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Клиника сосудистой хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, С.-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>ГБУЗ «Республиканский кардиологический центр», Уфа, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, Астрахань, Российская Федерация

✉ **Сусанин Николай Викторович**, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8374-1503, e-mail: Susanin\_NV@almazovcentre.ru

**Хафизов Тимур Назирович**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-3293-4452

**Гапонов Дмитрий Прохорович**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-6898-1533

**Чернявский Михаил Александрович**, д-р мед. наук, заведующий научно-исследовательским отделом сосудистой и интервенционной хирургии; orcid.org/0000-0003-1214-0150

### Резюме

**Цель исследования** – оценить непосредственные и отдаленные результаты эндоваскулярного и гибридного лечения больных с патологией дуги аорты.

**Материал и методы.** В период с января 2017 г. по июнь 2022 г. в Клинике сосудистой хирургии НМИЦ им. В.А. Алмазова хирургическое лечение патологии дуги аорты выполнено 76 пациентам. Все пациенты были разделены на две группы. Первой группе пациентов выполнено гибридное вмешательство: различные виды переключений с последующей имплантацией стент-графта по стандартной методике, во 2-й группе применялась имплантация стент-графта с использованием различных методов фенестрации (in situ/on the table) и последующим стентированием ветвей дуги аорты.

**Результаты.** Показания для хирургического вмешательства включали: расслоение аорты (40/52,6%), аневризма дуги и грудного отдела аорты (33/43,4%), ложная аневризма грудного отдела аорты вследствие разрыва (2/2,6%) и пенетрирующая язва (1/1,3%). Технический успех операции был достигнут в 100% случаев. Летальность составила 0%. По данным контрольной МСКТ-панаортографии, проходимость ветвей дуги аорты составила 100%, нарушения проходимости/тромбоза зон реконструкции не выявлено. Отдаленные результаты прослежены на протяжении 36 мес. За период наблюдения в 4 (5,3%) случаях выявлены эндолики I и III типов. Миграции стент-графта, а также тромбоза зон реконструкции не было отмечено.

**Заключение.** Опыт нашего центра показывает, что эндоваскулярные и гибридные методы лечения патологии дуги аорты являются высокоэффективными и безопасными вмешательствами для пациентов с высоким хирургическим риском и характеризуются многообещающими результатами. Однако необходимо дальнейшее изучение отдаленных результатов при данном хирургическом вмешательстве.

**Ключевые слова:** аневризма дуги аорты, эндоваскулярное лечение, гибридная хирургия, фенестрированный стент-графт, сонно-подключичное шунтирование

**Для цитирования:** Сусанин Н.В., Хафизов Т.Н., Гапонов Д.П., Чернявский М.А. Результаты эндоваскулярных и гибридных операций при патологии дуги аорты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 303–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-303-309

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

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках госзадания № 121031100298-4.

Поступила 09.08.2023  
Принята к печати 05.09.2023

## Results of endovascular and hybrid operations for pathology of the aortic arch

N.V. Susanin<sup>1</sup>✉, T.N. Khafizov<sup>2</sup>, D.P. Gaponov<sup>3</sup>, M.A. Chernyavsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vascular Surgery Clinic, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup>Republican Cardiology Center, Ufa, Russian Federation

<sup>3</sup>Federal Center for Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russian Federation

✉ **Nikolay V. Susanin**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8374-1503,  
e-mail: Susanin\_NV@almazovcentre.ru

**Timur N. Khafizov**, Cand. Med. Sci., Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment No. 2, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3293-4452

**Dmitriy P. Gaponov**, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-6898-1533

**Mikhail A. Chernyavsky**, Dr. Med. Sci., Head of Research Department of Vascular and Interventional Surgery; orcid.org/0000-0003-1214-0150

### Abstract

**Objective.** To evaluate the immediate and long-term results of endovascular and hybrid treatment of patients with aortic arch pathology.

**Material and methods.** In the period from January 2017 to June 2022 at the Vascular Surgery Clinic of the Almazov National Medical Research Centre surgical treatment of aortic arch pathology was performed on 76 patients. All patients were divided into 2 groups. The first group of patients underwent a hybrid intervention: various types of switches followed by implantation of a stent graft using a standard technique. In the second group, stent graft implantation was used using various fenestration methods (in situ/on the table) and subsequent stenting of the branches of the aortic arch.

**Results.** Indications for surgery included: aortic dissection (40/52.6%), aortic arch and thoracic aortic aneurysm (33/43.4%), false thoracic aortic aneurysm due to rupture (2/2.6%), and penetrating ulcer (1/1.3%). Technical success of the operation was achieved in 100% of cases. Mortality rate was 0%. According to the control MSCT panorathography, the patency of the branches of the aortic arch was 100%; no patency disturbances/thrombosis of the reconstruction zones were detected. Long-term results were monitored over 36 months. During the observation period, endoleaks of types I and III were identified in 4 cases (5.3%). No migration of the stent graft or thrombosis of the reconstruction zones was detected.

**Conclusions.** The experience of our center shows that endovascular and hybrid methods for treating aortic arch pathology are highly effective and safe interventions for patients at high surgical risk with promising results. However, further study of long-term results with this surgical intervention is necessary.

**Keywords:** aortic arch aneurysm, endovascular treatment, hybrid surgery, fenestrated stent graft, carotid-subclavian bypass

**For citation:** Susanin N.V., Khafizov T.N., Gaponov D.P., Chernyavsky M.A. Results of endovascular and hybrid operations for pathology of the aortic arch. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 303–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-303-309

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

**Funding.** The work was carried out within the framework of the state task No. 121031100298-4.

Received August 9, 2023

Accepted September 5, 2023

## Введение

Хирургическое лечение заболеваний аорты – сложная и актуальная задача современной сердечно-сосудистой хирургии. Частота встречаемости заболеваний грудного отдела аорты составляет около 10 человек на 100 000 населения [1, 2]. При этом летальность при разрыве или остром расслоении имеет высокие показатели – от 50 до 80% [3, 4]. Частота развития осложнений в результате лечения при традиционном открытом подходе на нисходящем грудном отделе и дуге аорты с выполнением стернотомии на фоне циркуляторного ареста и глубокой гипотермии остается довольно высокой и, по данным разных авторов, может достигать 30% [4–6]. Применение гибридных хирургических вмешательств для увеличения посадочной зоны стент-графта дает возможность выполнить адекватную изоляцию аневризмы дистального отдела дуги аорты, избежать травматического доступа, искусственного кровообра-

щения, снизить риск периоперационных осложнений, ускорить послеоперационную реабилитацию [7, 8].

Гибридная хирургия обладает всеми положительными свойствами эндоваскулярной и открытой хирургии, что позволяет избежать грозных осложнений и минимизировать сроки реабилитации больных. Однако зачастую у пациентов с хроническим течением заболевания и вовлечением в патологический процесс ветвей дуги аорты открытый и эндоваскулярный этапы приходится осуществлять в рамках нескольких госпитализаций, добавляя в стоимость лечения расходы на анестезиологическое сопровождение этих пациентов после открытого этапа [9].

Эндоваскулярное эндопротезирование грудного отдела аорты (TEVAR) в настоящее время считается методом выбора лечения пациентов с аневризмами и расслоением нисходящего отдела аорты, в том числе в ситуациях распространения патологического процесса на дистальные

отделы дуги аорты. Однако эндоваскулярное лечение этой уникальной анатомической области до недавнего времени признавалось технически неполноценным [1, 4, 10]. Благодаря появлению новых современных стент-графтов и эндоваскулярных методик показания к TEVAR расширились, и в настоящее время оно используется и для лечения патологий дуги аорты. Фенестрация графта *on the table* и фенестрация графта непосредственно после имплантации (*in situ*) – это усовершенствованные методы TEVAR, которые выполняются с помощью дополнительных устройств. Использование изготовленных заводским методом новых фенестрированных и браншированных графтов продемонстрировало оптимистичные результаты, но техническая сложность выполнения процедуры и высокая стоимость расходного материала препятствуют внедрению этой методики в широкую клиническую практику и тем более включению в рамки оказания высокотехнологической медицинской помощи.

Фенестрация графта на столе представляет собой процедуру установки стандартного стент-графта хирургом в операционной с предварительной фенестрацией на операционном столе. Методика фенестрации стент-графта *on the table* позволяет провести одномоментную реваскуляризацию вовлеченных ветвей дуги аорты и TEVAR, «не снимая» пациента с операционного стола, в одну госпитализацию. При этом расходы на лечение одного больного в полном объеме значительно снижаются, в том числе за счет уменьшения расходов на промежуточную амбулаторную подготовку [11]. Однако в отечественной литературе нет данных о применении данного способа. Таким образом, опыт установки фенестрированного стент-графта по методике *on the table* на территории Российской Федерации практически отсутствует. Альтернатива данному методу – фенестрация уже имплантированного стент-графта (*in situ*). Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому выбор стратегии эндоваскулярного лечения заболеваний дуги аорты требует индивидуального подхода в каждом конкретном случае.

В рамках данного исследования представлены непосредственные результаты хирургического лечения 76 пациентов, которым выполнялось гибридное вмешательство (сонно-подключичное переключение + TEVAR) либо эндопротезирование грудного отдела аорты с фенестраци-

ей (FEVAR) *in situ* и *on the table* при патологии дуги аорты, с целью оценки эффективности и безопасности лечения.

### Материал и методы

В период с января 2017 г. по июнь 2022 г. в Клинике сосудистой хирургии НМИЦ им. В.А. Алмазова хирургическое лечение выполнено 76 пациентам с патологией дуги аорты. По данным предоперационной МСКТ-ангиографии у пациентов выявлены различные патологии дуги аорты, такие как: расслоение аорты (40/52,6%), аневризмы дуги и грудного отдела аорты (33/43,4%), ложная аневризма грудного отдела аорты вследствие разрыва (2/2,6%) и пенетрирующая язва (1/1,3%). Все пациенты были разделены на две группы. Первой группе пациентов (n = 43) выполнено двухэтапное хирургическое вмешательство: различные виды переключений первым этапом с последующей имплантацией стент-графта вторым этапом по стандартной методике. Во 2-й группе (n = 33) применялось одномоментное вмешательство посредством имплантации, фенестрации стент-графта по методике *in situ* и последующим стентированием ветвей дуги аорты. Подробная характеристика пациентов по группам представлена в таблице 1.

Междисциплинарным консилиумом, состоящим из эндоваскулярных и сосудистых хирургов, кардиохирургов, а также врачей-рентгенологов, анестезиологов и кардиологов, проводилась всесторонняя оценка пациентов с дальнейшим принятием решения о возможных вариантах лечения. Критериями включения в исследование были: пациенты с различными патологиями дуги аорты (аневризма с максимальным диаметром более 55 мм, расслоение, интрамуральная гематома, псевдоаневризма аорты) и вовлечением устьев брахиоцефальных артерий; возрастными пациентами с высоким кардиальным риском (хроническая сердечная недостаточность II функционального класса и выше, стенокардия напряжения II функционального класса и выше) с отягощенным коморбидным фоном.

Критериями исключения являлись: наличие расслоения I типа по М. Дебейки; сопутствующая кардиальная патология, такая как тяжелая аортальная регургитация и стеноз, требующая хирургического лечения; анатомические особенности аорты, ограничивающие использование устройств.

Основные характеристики пациентов

Характеристика	Гибридные вмешательства (n = 43)	Эндоваскулярные вмешательства (n = 33)	P
Мужской пол	36 (83,7)	21 (63,6)	0,28
Возраст, лет	59 ± 12,7	63 ± 15,3	0,39
Показания к операции			
расслоение аорты III типа	25 (58,1)	15 (45,5)	0,43
аневризма дуги и грудного отдела аорты	17 (39,5)	16 (48,5)	0,32
ложная аневризма	1 (2,3)	1 (3,0)	0,71
пенетрирующая язва	–	1 (3,0)	–
Сопутствующие заболевания			
ИБС	33 (76,7)	25 (75,7)	0,41
сахарный диабет	7 (16,3)	7 (21,2)	0,51
гиперлипидемия	19 (44,2)	11 (33,3)	0,38
гипертоническая болезнь	37 (86,0)	29 (87,9)	0,42
ХОБЛ	1 (2,3)	3 (9,1)	0,09
инсульт в анамнезе	9 (20,9)	6 (18,2)	0,46
травма грудной клетки в анамнезе	–	1 (3,0%)	–

Примечания. Данные представлены в виде n (%) и M ± SD.  
ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

## Результаты

Технический успех операции был достигнут у всех пациентов в обеих группах. Переключение во всех 43 случаях (1-я группа) выполнялось под общей анестезией, имплантация же стент-графта в обеих группах (75 случаев) осуществлялась под местной анестезией (в 1 случае применялась общая анестезия вследствие одномоментного выполнения сонно-подключичного переключения и имплантации стент-графта). Установка стент-графта в обеих группах у всех пациентов проводилась под высокочастотным пейсингом (160 в минуту) для снижения вероятности миграции стент-графта во время имплантации. Доступ к общей бедренной артерии осуществлялся как открытым, так и пункционным способом. Средняя продолжительность операции переключения составила  $180 \pm 70$  мин.

### *Процедура фенестрации стент-графта on the table*

Для успешного выполнения фенестрации стент-графта на операционном столе непосредственно перед операцией проводили МСКТ-панаортографию и цифровую субтракционную ангиографию для точного измерения диаметра брахиоцефальных артерий и размера фенестры. Проксимальная часть стент-графта раскрывается на операционном столе, непосредственно на графте отмечаются места для фенестрации. Затем с помощью скальпеля формируется фенестрация вблизи со спиральной опорной стойкой, рядом

с маркером в форме восьмерки. Затем фенестрированный стент-графт аккуратно возвращают в систему доставки. По проводнику стент-графт заводят в дугу аорты через бедренный доступ. Убедившись, что маркер в форме восьмерки и спиральная стойка стент-графта сориентированы относительно брахиоцефальных артерий, выполняют имплантацию стент-графта, которую завершают контрольной ангиографией.

### *Процедура фенестрации стент-графта in situ с помощью иглы*

Сначала стент-графт имплантировали в дугу аорты с перекрытием устья левой подключичной артерии по стандартной методике. Затем пункционную иглу с баллоном (Lifetech, Scientific Co., Ltd, Шэньчжэнь, Китай) вводили через интродьюсер 8 F из плечевого доступа и устанавливали напротив устья левой подключичной артерии. Далее под контролем флюороскопии и ангиографии выполнялась фенестрация путем надувания баллона и перфорации пункционной иглой стент-графта при поддержке баллона. Затем 0,018'–260 мм проводник через созданную фенестрацию заводили в просвет аорты. После баллонной преддилатации места фенестрации имплантировали периферический стент-графт и выполняли постдилатацию.

### *Послеоперационное ведение*

После операции все пациенты переводились в отделение реанимации и интенсивной тера-

пии с целью проведения послеоперационного лечения и динамического наблюдения.

Средняя продолжительность нахождения в отделении реанимации после переключения составила 1 сут, после эндопротезирования –  $5 \pm 3$  ч в обеих группах. Каждый пациент в послеоперационном периоде получал двойную дезагрегантную терапию (ацетилсалициловая кислота 100 мг/сут пожизненно и клопидогрел 75 мг/сут в течение 6 мес), гипотензивные препараты и бета-адреноблокаторы. Характеристика интраоперационного периода эндоваскулярных вмешательств представлена в таблице 2.

Всем пациентам тотчас после имплантации стент-графтов выполнялась контрольная МСКТ-аортография. Также всем пациентам в 1-е сутки после операции в обязательном порядке проводили ультразвуковое исследование мест доступов, брахиоцефальных артерий, арте-

рий верхних и нижних конечностей на предмет выявления гематомы / гемодинамически значимого стеноза. Непосредственно перед выпиской всем пациентам выполнялась контрольная МСКТ-панаортография, по данным которой проходимость ветвей дуги аорты составила 100%; эндоликов, а также нарушения проходимости/тромбоза стентированных сегментов не было выявлено. Осложнения включали в себя эндолики III типа – 4 (5,3%) случая, не требовавшие повторного хирургического вмешательства (исчезли через 3 мес по данным контрольной МСКТ-панаортографии). Из местных осложнений единственным оказалась гематома в месте доступа к общей бедренной артерии, зафиксированная в 4 (9,3%) случаях в 1-й группе и в 2 (6,1%) случаях – во 2-й группе. Летальность в обеих группах исследования составила 0%. Отдаленные результаты прослежены на

Таблица 2

**Характеристика интраоперационного периода**

Характеристика	Гибридное вмешательство (n = 43)	FEVAR (n = 33)	P
Время флюороскопии, мин	$28 \pm 13$	$35 \pm 21$	0,63
Количество контраста, мл	$80 \pm 20$	$110 \pm 30$	0,48
Продолжительность операции, мин	$65 \pm 30$	$90 \pm 25$	0,14
Кровопотеря, мл	$40 \pm 10$	$50 \pm 30$	0,07
Время нахождения в реанимации, ч	$5 \pm 3$	$5 \pm 3$	0,84
Время нахождения в стационаре, сут	$3 \pm 1,6$	$3 \pm 1,9$	0,51

Примечание. Данные представлены в виде  $M \pm SD$ .

Таблица 3

**Результаты хирургического лечения**

Характеристика	Гибридное вмешательство (n = 43)	FEVAR (n = 33)	P
Госпитальная летальность	0	0	–
Общие осложнения			
ОНМК	0	0	–
инфаркт миокарда	0	0	–
разрыв аорты	0	0	–
дыхательная недостаточность	0	0	–
острая почечная недостаточность	0	0	–
Местные осложнения			
гематома места доступа, n (%)	4 (9,3)	2 (6,1)	0,09
лимфорей	0	0	–
миграция стент-графта	0	0	–
Эндолик III типа, n (%)	2 (4,7)	2 (6,1)	0,12
Пройодимость зоны реконструкции, отсутствие эндоликов, %			
3 мес	100	100	–
12 мес	100	100	–
24 мес	100	100	–
36 мес	100	100	–

Примечание. ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.

протяжении 3 лет. За это время миграции стента, тромбозов зоны реконструкции и эндоликов не было выявлено. В целом данные послеоперационной реабилитации и периоперационные осложнения, непосредственные и отдаленные результаты в обеих группах оказались сопоставимы (табл. 3).

### Обсуждение

Впервые методика интраоперационной фенестрации в имплантированном стент-графте с целью реваскуляризации левой подключичной артерии была предложена R.G. McWilliams et al. в 2004 г. [12]. С этого момента учеными разрабатывались различные техники и инструменты для выполнения фенестры в теле уже имплантированного грудного стент-графта. Накопленный опыт в 2016 г. отразили в своем исследовании S.A. Crawford et al. В данном метаанализе, включающем 28 исследований, авторы продемонстрировали, что технический успех при осуществлении так называемой *in situ* фенестрации графта был достигнут в 96% случаев, при этом суммарный показатель летальности и неврологических осложнений был равен 7%. Частота эндоликов составила около 9%, при этом все они успешно ликвидированы методом эмболизации [13]. В аналогичном исследовании M. Glogian et al. получены похожие результаты непосредственного технического успеха с летальностью менее 3,5% [14]. Эти данные сопоставимы с результатами использования фенестрированных стент-графтов при патологии дуги и нисходящего отдела аорты. В сравнении с гибридными хирургическими вмешательствами, при которых используются варианты экстраанатомического шунтирования с последующей имплантацией стент-графтов, также не отмечено достоверных статистических различий [15]. Госпитальная летальность, по данным разных авторов, колеблется от 1,5 до 7% [16, 17]. Однако метод интраоперационной фенестрации стент-графта по методике *on the table* отличается от гибридных технологий отсутствием необходимости выполнения хирургического доступа и общего наркоза, более быстрой реабилитацией пациентов в послеоперационном периоде, что позволяет говорить о преимуществах данного вида лечения [11].

Главная отличительная черта метода фенестрации грудного стент-графта по методике *on the table* в операционной заключается в малоинвазивности. При сопоставимых непосредствен-

ных результатах с дорогостоящими фенестрированными стент-графтами предлагаемый метод представляется современным, эффективным и доступным инструментом при лечении сложных пациентов с аневризмами и расслоениями дуги и нисходящего отдела аорты, особенно в случаях высокого хирургического риска и при тяжелом состоянии. Сохраняется перфузия всех ветвей дуги аорты, кровоснабжающих головной мозг и верхние конечности, снижаются риски развития параличей, нарушений мозгового кровоснабжения, ишемии верхних конечностей. По сравнению с открытыми и гибридными вмешательствами исключается необходимость пережатия сонных артерий, тем самым нивелируются риски эмболических повреждений головного мозга и развития на этом фоне необратимых неврологических осложнений. Тем не менее при всех положительных характеристиках метода необходимо отметить, что имплантация стент-графта по заявленной методике может сопровождаться риском развития стеноза/окклюзии брахиоцефальных артерий, которые сопряжены с полным стил-синдромом и риском развития ОНМК.

В Клинике сосудистой хирургии НМИЦ им. В.А. Алмазова мы применяем метод эндопротезирования грудного отдела аорты с интраоперационной фенестрацией с начала 2021 г. С этого момента у 33 пациентов с патологией дуги аорты выполнено эндоваскулярное лечение. Гибридные вмешательства применяются в клинике с 2017 г., за это время прооперировано 43 пациента. Оба метода имеют много потенциальных преимуществ по сравнению с открытым вмешательством, при этом серьезных осложнений, таких как ОНМК, транзиторные ишемические атаки, острая почечная недостаточность и другие, не наблюдалось.

Таким образом, данные технологии представляют собой новое слово в лечении сложных патологий аорты, и сотрудниками клиники ведутся дальнейшие исследования, чтобы подтвердить их безопасность в долгосрочной перспективе.

### Заключение

Развитие малоинвазивных технологий в последнее десятилетие привело к изменению стандартов лечения патологии аорты. Эндоваскулярное и гибридное лечение пациентов с патологией дуги аорты является достаточно сложной задачей из-за разнообразной и непростой

анатомии аорты и брахиоцефальных сосудов. Однако с появлением новых технологий данные методы постепенно внедряются в ежедневную клиническую практику, снижая смертность, травматичность и продолжительность хирургического вмешательства и госпитализации, позволяя пациентам в максимально короткие сроки вернуться к полноценной жизни. Метод фенестрации стент-графта *in situ* и *on the table*, а также гибридная хирургия дуги аорты показали многообещающие непосредственные и отдаленные результаты и являются высокоэффективной и безопасной альтернативой открытой хирургии у пациентов с высоким хирургическим риском. Однако необходимо дальнейшее исследование данных методов лечения.

### Литература/References

- Manetta F., Newman J., Mattia A. Indications for thoracic endovascular aortic repair (TEVAR): a brief review. *Int. Angiol.* 2018; 27 (4): 177–84. DOI: 10.1055/s-0038-1666972
- Dias L.R., Oliveira-Pinto J., Mansilha A. Gender differences on mortality and re-interventions after TEVAR for intact aneurysms of the thoracic aorta. *Int. Angiol.* 2019; 38 (2): 115–20. DOI: 10.23736/S0392-9590.19.04158-0
- Matthews C.R., Madison M., Timsina L.R., Namburi N., Faiza Z., Lee L.S. Impact of time between diagnosis to treatment in acute type A aortic dissection. *Sci. Rep.* 2021; 11 (1): 3519. DOI: 10.1038/s41598-021-83180-6
- Rinaldi E., Kahlberg A., Carta N., Mascia D., Bertoglio L., Chiesa R. Late open conversion following failure of EVAR and TEVAR: “State of the Art”. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2020; 43 (12): 1855–64. DOI: 10.1007/s00270-020-02636-w
- Orozco-Sevilla V., Coselli J.S. Surgical strategies in the management of chronic dissection of the thoracoabdominal aorta. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2021; 62 (4): 302–15. DOI: 10.23736/S0021-9509.21.11806-3
- Iida Y., Asano R., Hachiya T. Successful treatment of chronic type B aortic dissection complicated by disseminated intravascular coagulopathy with recombinant human soluble thrombomodulin after thoracic endovascular aortic repair. *Vascular*. 2021; 30 (1). DOI: 10.1177/1708538121990123
- Gaudry M., Porto A., Blanchard A., Chazot J.-V., Bal L., De Masi M. 10-year aortic center experience with hybrid repair of chronic “residual” aortic dissection after type A repair. *Cardiovasc. Drugs. Ther.* 2022; 36: 285–94. DOI: 10.1007/s10557-021-07150-w
- Ren C., Wang S., Sun L., Xu S., Lai Y. Analysis of clinical outcomes of one-staged hybrid procedure without thoracotomy for aorta lesion involving distal aortic arch. *J. Card. Surg.* 2021; 36 (4): 1313–9. DOI: 10.1111/jocs.15391
- Чарчян Э.Р., Брешенков Д.Г., Белов Ю.В. Гибридные операции у пациентов с расслоением аорты III типа и поражением ее проксимального отдела. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020; 9: 28–37. DOI: 10.17116/hirurgia202009128  
Charchyan E.R., Breshenkov D.G., Belov Yu.V. Hybrid surgery in patients with type III aortic dissection and proximal aortic dissection. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2020; 9: 28–37 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202009128
- Portugal M.F.C., Teivelis M.P., Silva M.F.A.D., Stabellini N., Fioranelli A., Szejf C. et al. Endovascular correction of isolated descending thoracic aortic disease: a descriptive analysis of 1,344 procedures over 10 years in the public health system of São Paulo. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021; 76: 2332. DOI: 10.6061/clinics/2021/e2332
- Zhang L., Wu M.T., Zhu G.L., Feng J.X., Song C., Li H.Y. et al. Off-the-shelf devices for treatment of thoracic aortic diseases: midterm follow-up of TEVAR with chimneys or physician-made fenestrations. *J. Endovasc. Ther.* 2020; 27 (1): 132–42. DOI: 10.1177/1526602819890107
- McWilliams R.G., Murphy M., Hartley D., Lawrence-Brown M.M., Harris P.L. In situ stent-graft fenestration to preserve the left subclavian artery. *J. Endovasc. Ther.* 2004; 11 (2): 170–4. DOI: 10.1583/03-1180.1
- Crawford S.A., Sanford R.M., Forbes T.L., Amon C.H., Doyle M.G. Clinical outcomes and material properties of in situ fenestration of endovascular stent grafts. *J. Vasc. Surg.* 2016; 64 (1): 244–50. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.03.445
- Glorion M., Coscas R., McWilliams R.G., Javerliat I., Goëau-Brissonniere O., Coggia M.A. Comprehensive review of in situ fenestration of aortic endografts. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2016; 52 (6): 787–800. DOI: 10.1016/j.ejvs.2016.10.001
- Kopp R., Katada Y., Kondo S., Sonesson B., Hongo N., Tse L. et al.; members of the AARCHIF registry. Multicenter analysis of endovascular aortic arch in situ stent-graft fenestrations for aortic arch pathologies. *Ann. Vasc. Surg.* 2019; 59: 36–47. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.02.005
- Seike Y., Matsuda H., Fukuda T., Inoue Y., Omura A., Uehara K. et al. Total arch replacement versus debranching thoracic endovascular aortic repair for aortic arch aneurysm: what indicates a high-risk patient for arch repair in octogenarians? *Gen. Thor. Cardiovasc. Surg.* 2018; 66 (5): 263–9. DOI: 10.1007/s11748-018-0894-1
- Sood V., Patel H.J., Williams D.M., Dasika N.L., Yang B., Deeb G.M. Open and endovascular repair of the nontraumatic isolated aortic arch aneurysm. *J. Vasc. Surg.* 2014; 60 (1): 57–63. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.01.066

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.132.14-053.5-089.819.1

## Стентирование при обструктивной патологии дуги и перешейка аорты у детей и подростков

М.Г. Пурсанов<sup>1</sup>, А.В. Бедин<sup>1</sup>✉, М.А. Абрамян<sup>1, 2</sup>, Д.Б. Пардаев<sup>1</sup>, Ю.Н. Шамрин<sup>1</sup>,  
М.М. Курако<sup>1</sup>, К.А. Хасанова<sup>1, 3</sup>, Д.Г. Коваленко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ города Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

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

✉ **Бедин Алексей Владимирович**, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-8489-6438, e-mail: alekseybedin@gmail.com

**Абрамян Михаил Арамович**, д-р мед. наук, профессор кафедры педиатрии, заведующий отделением экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии; orcid.org/0000-0003-4018-6287

**Пардаев Давронбек Базоркулович**, врач – рентгенэндоваскулярный хирург; orcid.org/0000-0001-6758-1266

**Шамрин Юрий Николаевич**, д-р мед. наук, врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-2260-9533

**Курако Мария Михайловна**, канд. мед. наук, врач функциональной и ультразвуковой диагностики; orcid.org/0000-0002-1100-1506

**Хасанова Ксения Андреевна**, канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, заведующая отделением лучевой диагностики, врач-рентгенолог; orcid.org/0000-0001-6926-3165

**Коваленко Дарья Геннадьевна**, врач-рентгенолог; orcid.org/0000-0002-8716-4555

### Резюме

**Цель исследования** – на основе анализа результатов стентирования дуги и перешейка аорты показать эффективность и безопасность этого метода у детей и подростков с коарктацией (КоАо) и рекоарктацией (реКоАо) аорты.

**Материал и методы.** У 50 пациентов (35 – с КоАо и 15 – с реКоАо) в возрасте от 24 дней до 17 лет (в среднем  $8,5 \pm 4,8$  мес) выполнено стентирование. Масса тела пациентов – от 3,4 до 85 кг ( $27,0 \pm 14,8$  кг). Стентирование у детей с массой тела до 15 кг проведено в 8 (16%) случаях. У 32 (64%) пациентов выполнялось стентирование зоны перешейка аорты, у 16 (32%) – перешейка и дуги аорты, у 2 (4%) – стентирование готической дуги аорты.

**Результаты.** У всех пациентов результаты стентирования расценены как хорошие (100%), диаметр сужения увеличился с  $4,7 \pm 2,1$  до  $11,5 \pm 2,9$  мм ( $p < 0,001$ ), а градиент систолического давления не превышал 20 мм рт. ст. В госпитальном периоде умер один ребенок в возрасте 2 лет после операции Норвуда от нарушений ритма сердца. Еще в одном случае выявлено смещение стента, что потребовало повторного стентирования. Отдаленные результаты изучены у 42 (84%) пациентов. У 39 из них сохранялся хороший гемодинамический эффект, в 3 (7,1%) случаях в связи с соматическим ростом ребенка потребовалась баллонная дилатация.

**Заключение.** Стентирование аорты является доступным и эффективным методом лечения патологии дуги и перешейка аорты у детей с КоАо и реКоАо всех возрастных групп и позволяет добиться хороших гемодинамических результатов у всех пациентов, избежав ассоциированных с вмешательством осложнений. Данный вид коррекции у детей старших возрастных групп и подростков является альтернативой хирургической коррекции, а у детей младшего возраста – операцией выбора.

**Ключевые слова:** коарктация аорты, рекоарктация аорты, стент, стентирование дуги и перешейка аорты, эндоваскулярное лечение коарктации и рекоарктации аорты

**Для цитирования:** Пурсанов М.Г., Бедин А.В., Абрамян М.А., Пардаев Д.Б., Шамрин Ю.Н., Курако М.М., Хасанова К.А., Коваленко Д.Г. Стентирование при обструктивной патологии дуги и перешейка аорты у детей и подростков. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 310–29. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-310-329

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

Поступила 11.07.2023

Принята к печати 18.08.2023

## Stenting procedure for obstructive pathology of the aortic arch and isthmus in children and adolescents

M.G. Pursanov<sup>1</sup>, A.V. Bedin<sup>1</sup>✉, M.A. Abramyan<sup>1,2</sup>, D.B. Pardaev<sup>1</sup>, Yu.N. Shamrin<sup>1</sup>, M.M. Kurako<sup>1</sup>, K.A. Khasanova<sup>1,3</sup>, D.G. Kovalenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

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

✉ **Aleksey V. Bedin**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-8489-6438, e-mail: alekseybedin@gmail.com

**Mikhail A. Abramyan**, Dr. Med. Sci., Professor of Chair of Pediatrics, Head of Department of Emergency Cardiac Surgery and Interventional Cardiology; orcid.org/0000-0003-4018-6287

**Davronber B. Pardaev**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6758-1266

**Yuriy N. Shamrin**, Dr. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2260-9533

**Mariya M. Kurako**, Cand. Med. Sci., Functional and Ultrasonic Diagnostician; orcid.org/0000-0002-1100-1506

**Kseniya A. Khasanova**, Cand. Med. Sci., Associate Professor of Chair of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Head of Department of Radiation Diagnostics, Radiologist; orcid.org/0000-0001-6926-3165

**Darya G. Kovalenko**, Radiologist; orcid.org/0000-0002-8716-4555

### Abstract

**Objective.** Based on the analysis of the results of stenting of the arch and isthmus of the aorta, to show the effectiveness and safety of this method in children and adolescents with coarctation (CoAo) and recoarctation (reCoAo) of the aorta.

**Material and methods.** Stenting was performed in 50 patients (35 with CoAo and 15 with reCoAo) aged from 24 days to 17 years ( $8.5 \pm 4.8$  months). The weight of patients ranges from 3.4 to 85 kg ( $27.0 \pm 14.8$  kg). Stenting in children weighing up to 15 kg was performed in 8 (16%). In 32 (64%) patients, stenting of the aortic isthmus zone was performed, in 16 (32%) – the isthmus and the aortic arch, and in 2 (4%) – stenting of the gothic aortic arch.

**Results.** In all patients, the results of stenting were regarded as good (100%), the narrowing diameter increased from  $4.7 \pm 2.1$  to  $11.5 \pm 2.9$  mm ( $p < 0.001$ ), and the systolic pressure gradient did not exceed 20 mm Hg. In the hospital period, a 2-year-old child died after Norwood's surgery from cardiac arrhythmias. In another case, a mixing of the stent was detected, which required repeated stenting. Long-term results were studied in 42 (84%) patients. 39 of the observed patients had a good hemodynamic effect, 3 (7.1%) patients required balloon dilatation due to the somatic growth of the child.

**Conclusion.** Aortic stenting is an affordable and effective method of treating aortic arch and isthmus pathology in children with CoAo and reCoAo of all age groups and allows achieving good hemodynamic results in all patients, avoiding complications associated with the intervention. This type of correction in older children and adolescents is an alternative to surgical correction, and in younger children it is an operation of choice.

**Keywords:** coarctation of the aorta, recoarctation of the aorta, stent, stenting of the aortic arch, endovascular treatment coarctation and recoarctation of the aorta

**For citation:** Pursanov M.G., Bedin A.V., Abramyan M.A., Pardaev D.B., Shamrin Yu.N., Kurako M.M., Khasanova K.A., Kovalenko D.G. Stenting procedure for obstructive pathology of the aortic arch and isthmus in children and adolescents. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 310–29 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-310-329

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

Received July 11, 2023  
Accepted August 18, 2023

## Введение

Как известно, встречаемость коарктации аорты (КоАо) составляет 3–4 случая на 10 000 живорожденных детей и от 6 до 8% всех врожденных пороков сердца. С развитием эндоваскулярных методов транслюминальная баллонная ангиопластика (ТЛБАП) зарекомендовала себя как популярный альтернативный открытой хирургической коррекции метод лечения КоАо и рекоарктации аорты (реКоАо) у пациентов различных возрастных групп. Однако с выявлением

отрицательных сторон ТЛБАП, среди которых высокая частота рестеноза в зоне вмешательства и осложнения со стороны сосудистой стенки (диссекция, надрыв, формирование аневризмы), поиск альтернативных способов лечения, позволяющих минимизировать вышеперечисленные осложнения, привел к популяризации процедуры стентирования перешейка аорты [1–3]. Первый опыт имплантации самораскрывающегося стента ребенку 10 недель жизни с КоАо был описан в 1993 г. A.N. Redington et al., а в 1994 г. эти же авторы представили успешный

опыт лечения группы из 10 пациентов с массой тела от 3 до 63 кг [4, 5]. С этого времени стентирование стало широко применяться, в том числе в Российской Федерации: в 1995 г. Б.Г. Алякин первым в нашей стране выполнил стентирование КоАо с помощью стента Palmaz [6].

В дальнейшем методика стентирования перешейка аорты получила широкое распространение, произошло усовершенствование конструкции стентов и баллонных катетеров, а также систем доставки. Все это сделало возможным их применение не только у взрослых, но и у детей – за счет безопасной имплантации через периферические артерии меньшего диаметра, а также уменьшения травматического воздействия на стенку аорты [7, 8]. Несмотря на то что в настоящее время стентирование аорты широко используется повсеместно и является общепризнанной в мире альтернативой хирургическому лечению КоАо, до сих пор отсутствуют рандомизированные исследования, сравнивающие результаты открытой хирургии и стентирования КоАо.

Эффективность стентирования перешейка аорты как у взрослых, так и у детей и подростков подтверждена различными публикациями, в том числе посвященными опыту лечения детей младшей возрастной группы [9, 10]. Проведенные мультицентровые исследования показали неоспоримое преимущество стентирования КоАо по сравнению с ТЛБАП по уровню резидуального градиента, частоте реКоАо и количеству ассоциированных с процедурой осложнений [11, 12]. Однако по мере роста ребенка сохраняется высокая частота плановых повторных вмешательств с целью дальнейшей баллонной дилатации стента или рестентирования, необходимых для достижения диаметра аорты, соответствующего антропометрическим данным пациента [13].

До сих пор не до конца решен вопрос о возможности стентирования КоАо и реКоАо у детей младшего возраста, включая детей до года [14]. У новорожденных данные по стентированию перешейка аорты ограничены единичными публикациями [15–18]. Накопленный опыт применения этой методики в нашей стране впервые был представлен группой авторов во главе с Б.Г. Алякиным в руководстве по рентгенэндоваскулярной хирургии [19]. В современных рекомендациях Министерства здравоохранения Российской Федерации по лечению КоАо стентирование указано как метод выбора

у пациентов с нативной коарктацией либо рекомендуется его проведение в зрелом возрасте при неэффективности ТЛБАП. Также процедура показывает хорошие результаты у детей старше 8 лет с массой тела более 20 кг. У новорожденных процедура рекомендована в качестве паллиативной помощи при невозможности выполнить хирургическую коррекцию в связи с исходной тяжестью состояния [20].

В мировой литературе очень мало информации в отношении возможности стентирования дуги аорты и в основном описаны единичные случаи [21]. Зачастую обструкция перешейка аорты сочетается с гипоплазией и стенозом дуги аорты, чаще ее дистального сегмента. Кроме того, бывают сложные обструктивные формы патологии дуги аорты, например так называемая готическая дуга или развитие рекоарктационного синдрома после хирургической коррекции, когда эндоваскулярные методы лечения могут быть успешно использованы в ряде случаев. Мы первыми описали возможность стентирования при готической дуге аорты [22].

Цель настоящего исследования – на основе анализа непосредственных и отдаленных результатов стентирования дуги и перешейка аорты у детей и подростков доказать эффективность и безопасность данной методики.

Статистический анализ проводился в программе StatTech 2.5.7 (ООО «Статтех», Россия, 2020). Проверка на нормальность распределения выполнялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. При нормальном распределении данные описывались как среднее значение со стандартным отклонением ( $M \pm SD$ ) и 95% доверительным интервалом (95% ДИ). При отличном от нормального распределении значения указывались как медиана (Me) с интерквартильным размахом (Q1–Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение значений «до-после» по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью парного t-критерия Стьюдента, при отличном от нормального распределении – с помощью критерия Уилкоксона. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона. Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия

Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

При определении достоверной разницы между показателями изменения считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Материал и методы

В Морозовской ДГКБ было проведено проспективное исследование 50 пациентов в период с сентября 2018 г. по март 2022 г. Анализу подверглись пациенты возрастом от периода новорожденности до 18 лет ( $8,5 \pm 4,8$  года), которым выполнялось стентирование обструктивной патологии дуги и перешейка аорты. Коррекции нативной КоАо подверглись 35 (70%) пациентов, а у 15 (30%) был рекоарктационный синдром после хирургической или эндоваскулярной коррекции (табл. 1). У 6 пациентов с реКоАо сужение возникло после изолированной хирургической коррекции порока, у остальных – после устранения сложных или сопутствующих ВПС с помощью хирургических и эндоваскулярных методов. У 5 больных с реКоАо ТЛБАП ранее выполнялась с целью отсрочки стентирования перешейка и/или дуги аорты до достижения большего возраста и массы тела.

При сравнении групп КоАо и реКоАо нам не удалось установить статистически значимых различий по возрасту ( $p = 0,570$ ) (используемый метод:  $\chi^2$  Пирсона).

Масса тела детей составила  $27,0 \pm 14,8$  (95% ДИ 17–38) кг (минимальная 3,4, максимальная – 85 кг), рост  $128,0 \pm 30,1$  (95% ДИ 119,0–137,1) см, площадь поверхности тела  $1,02 \pm 0,40$  (95% ДИ 0,90–1,14) м<sup>2</sup>. Самый младший пациент с критической КоАо был новорожденным ребенком 24 дней с массой тела

3,4 кг. Самому старшему пациенту было 17 лет и его масса тела – 85 кг. Распределение пациентов в зависимости от массы тела представлено в таблице 2.

Стентирование у детей с массой тела менее 15 кг выполнено в 8 (16%) случаях: 2 пациента имели массу менее 5 кг, включая одного новорожденного; 1 ребенок – менее 10 кг и 5 детей – от 10 до 15 кг. Стентирование при массе тела от 15 до 20 кг было выполнено 5 (10%) больным, от 20 до 30 кг – 10 (20%), остальные 27 (54%) больных весили более 30 кг.

У 37 (74%) пациентов отмечалась симптоматическая артериальная гипертензия. Распределение пациентов по классу сердечной недостаточности представлено в таблице 3.

Практически все пациенты имели I–II ФК сердечной недостаточности, 2 детей были в исходно тяжелом состоянии: один – после операции Норвуда, второй – новорожденный с декомпенсацией недостаточности кровообращения на фоне поздно диагностированной КоАо.

Из 50 пациентов с КоАо и реКоАо у 27 (54%) была выявлена сочетанная патология: другие ВПС или серьезная экстракардиальная патология (табл. 4).

Всем пациентам в предоперационном периоде проводилось стандартное обследование: непрямая тензиометрия АД на верхних и нижних конечностях с регистрацией разницы градиента систолического давления (ГСД) (по методу Короткова), трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ), а у части больных – мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). Эти данные позволили определиться с показаниями к стентированию. Окончательное решение по техническим особенностям выполнения стентирования принимали с учетом данных катете-

Таблица 1

Распределение пациентов, подвергшихся стентированию обструкции дуги и перешейка аорты, в зависимости от возраста

Возраст	КоАо		РеКоАо		P
	n	%	n	%	
До года	2	5,72	1	6,67	0,570
От 1 года до 3 лет	1	2,86	2	13,33	
От 4 до 6 лет	8	22,9	2	13,33	
От 7 до 9 лет	7	20,0	3	20,0	
От 10 до 12 лет	5	14,3	3	20,0	
От 13 до 15 лет	6	17,14	3	20,0	
От 16 до 18 лет	6	17,14	1	6,67	
Всего	35	100,0	15	100,0	

Таблица 2

**Распределение пациентов  
в зависимости от массы тела**

Масса тела, кг	Число пациентов	
	n	%
До 5	2	4,0
5–10	1	2,0
10–15	5	10,0
15–20	5	10,0
20–25	5	10,0
25–30	5	10,0
30–35	5	10,0
35–40	13	26,0
Более 40	9	18,0
Всего	50	100,0

ризации и аортографии, а также ангиометрических показателей.

В таблице 5 приведено сравнение некоторых наиболее значимых показателей ЭхоКГ у больных с КоАо и реКоАо на дооперационном этапе. Группы имели статистически значимые различия по диаметру суженного участка аорты – у пациентов с рекоарктацией он был достоверно больше.

Кровоток в брюшном отделе аорты, по данным предоперационной доплерографии, у всех пациентов был немагистрального типа: сни-

Таблица 3

**Распределение пациентов  
в зависимости от ФК (по R.D. Ross)**

Функциональный класс	Число пациентов		
	n	%	95% ДИ
I	30	60,0	43,2–73,7
II	19	38,0	24,4–54,5
IV	2	4,0	0,1–12,0

женный (двухфазный) – у 16 (32%) пациентов с КоАо и у 11 (22%) – с реКоАо, коллатеральный (однофазный) – у 19 (38%) и 4 (8%) больных соответственно. Между группами не выявлено статистически значимых различий показателя до операции ( $p=0,052$ ).

МСКТ-ангиография была выполнена у 37 (74%) из 50 пациентов с целью дополнительной предоперационной оценки анатомии аорты (восходящий отдел, дуга, перешеек, нисходящая грудная аорта), отхождения брахиоцефальных сосудов (БЦС) и определения тактики эндоваскулярного лечения (табл. 6).

Катетеризация и ангиография (аортография) с измерением ГСД на суженном участке и ангиометрией размеров аорты являются составной частью процедуры стентирования. На основе этих данных мы окончательно определялись с типом и размером имплантируемого стента,

Таблица 4

**Распределение больных с КоАо и реКоАо по сопутствующим нозологиям**

Диагноз	КоАо		РеКоАо		Итого	
	n	%	n	%	n	%
Изолированная КоАо/реКоАо	16	45,7	1	6,7	17	34,0
КоАо/реКоАо в сочетании с другими ВПС	19	54,3	14	93,3	33	66,0
2ств АК	9	25,7	5	33,3	14	28,0
ОАП	2	5,7	2	13,3	4	8,0
ДМЖП	1	2,86	3	20,0	4	8,0
синдром Такаюсу	2	5,7	0	0	2	4,0
ТМА	1	2,86	0	0	1	2,0
ДМПП	1	2,86	1	6,7	2	4,0
в сочетании с гемангиомами	1	2,86	0	0	1	2,0
патология МК	1	2,86	0	0	1	2,0
ИЭ с поражением АК и боталлитом	1	2,86	0	0	1	2,0
после операции Норвуда	0	0	1	6,7	1	2,0
после коррекции двойной дуги аорты	0	0	1	6,7	1	2,0
после коррекции перерыва дуги аорты	0	0	1	6,7	1	2,0
Всего	35	100	15	100	50	100,0

Примечание. 2ств АК – двустворчатый аортальный клапан; ОАП – открытый артериальный проток; ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки; ТМА – транспозиция магистральных артерий; ДМПП – дефект межпредсердной перегородки; МК – митральный клапан.

Таблица 5

## Некоторые ЭхоКГ-показатели у больных с КоАо и реКоАо

Показатель	КоАо (n = 35)		РеКоАо (n = 15)		P
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
ГСД, мм рт. ст.	60,7 ± 15,1	55,3–66,1	53,1 ± 13,3	45,0–60,8	0,110
Диаметр сужения, мм	3,93 ± 1,67	3,3–4,55	5,8 ± 2,38	4,52–7,27	0,003*
Диаметр дистального отдела дуги аорты, мм	10,12 ± 3,47	8,72–11,52	8,88 ± 2,29	7,43–10,34	0,269

\*p &lt; 0,05.

Таблица 6

## Размер аорты по данным МСКТ-ангиографии

Показатель	Значение		
	M ± SD	95% ДИ	Min–Max
Диаметр восходящей аорты, мм/Z-score	20,36 ± 6,92/1,25 ± 1,76	17,72–22,99/0,56–1,93	8,0–39,0/–1,5–5,8
Диаметр проксимального отдела дуги, мм/Z-score	12,86 ± 4,29/–1,30 ± 1,65	11,26–14,46/–1,93...–0,67	5,0–23,0/–6,40–2,79
Диаметр дистального отдела дуги аорты, мм/Z-score	10,34 ± 3,64/–1,33 ± 1,65	9,00–11,67/–1,95...–0,71	2,8–19,0/–5,8–2,0
Диаметр перешейка аорты, мм/Z-score	5,26 ± 2,23/–4,20 ± 1,80	4,43–6,09/–6,00...–3,78	2,0–11,0/–11,50...–1,44
Диаметр нисходящей аорты, мм	14,47 ± 3,51	13,16–15,78	7,7–21,70

а также методикой выполнения стентирования перешейка и дуги аорты.

**Методика выполнения.** Стентирование КоАо и реКоАо проводилось в условиях рентгенооперационной, под общей анестезией, на двухпроекционной ангиокардиографической установке Philips Allura (Голландия). У детей младшего возраста выполнялась интубация трахеи, а у детей старшего возраста использовалась ларингальная маска. В большинстве случаев использовался пункционный доступ по Сельдингеру правой общей бедренной артерии (ОБА) с уста-

новкой интродьюсеров и последующим применением доставляющих систем Mullins (Cook, США) размером от 4 до 14 Fr (Me = 9). У 4 маленьких детей применялся артериотомический доступ в связи с необходимостью использования доставляющих систем большого диаметра. После создания артериального доступа вводили внутривенно болюсно гепарин из расчета 100 ЕД/кг массы тела больного.

Аортография проводилась в левой косой (30–60°) и латеральной проекциях (рис. 1, 2) с измерением ГСД между восходящей и нисхо-

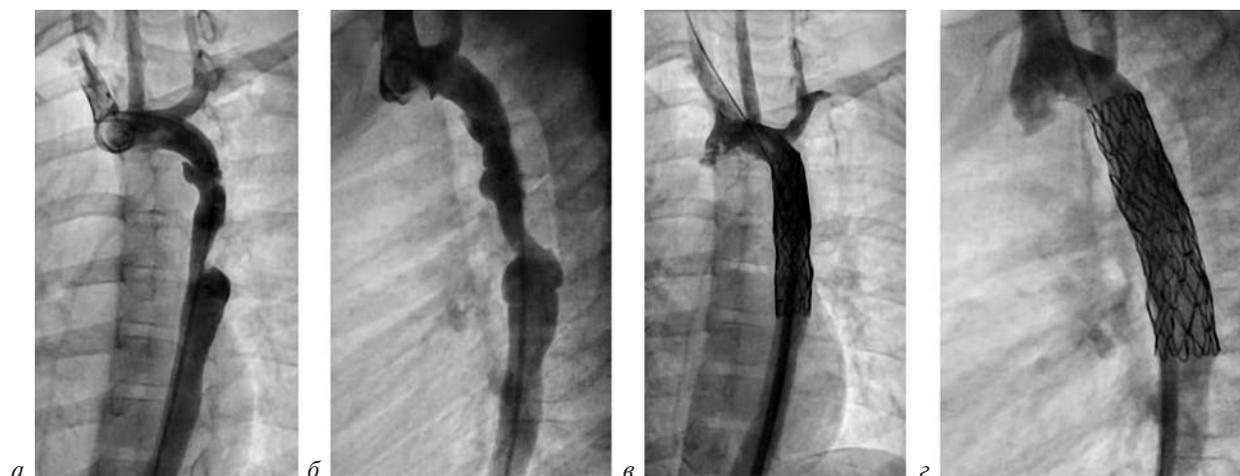


Рис. 1. Устранение протяженного сужения перешейка и нисходящего отдела грудной аорты у ребенка 7 лет с синдромом Такаюсу при помощи двух Covered CP стентов:

а, в – аортография в левой косой проекции до и после стентирования; б, г – аортография в латеральной проекции до и после стентирования

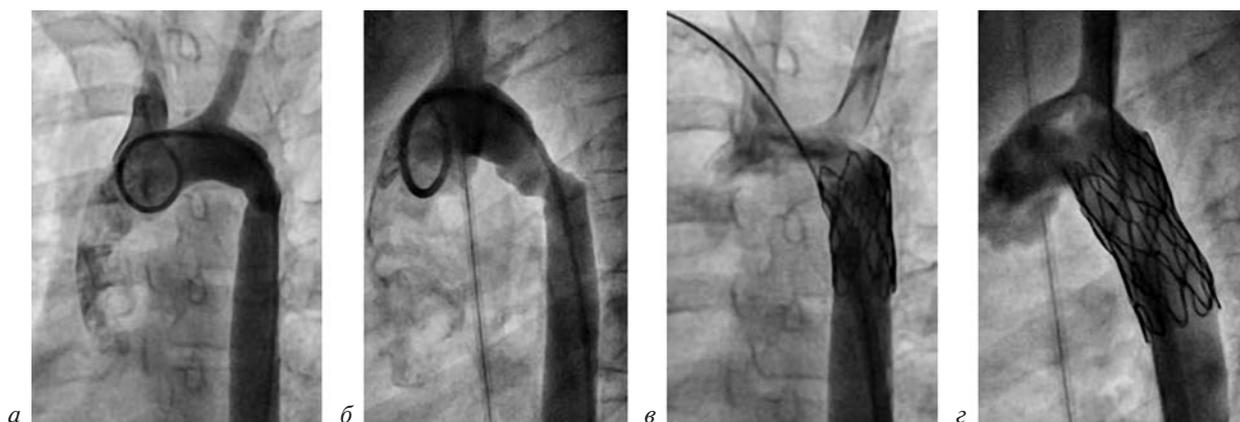


Рис. 2. Устранение reCoAo у 9-летнего ребенка с помощью Covered CP стента после хирургической коррекции двойной дуги аорты, окклюзия левой подключичной артерии:

а, в – аортография в левой косой проекции до и после стентирования; б, г – аортография в латеральной проекции до и после стентирования

Таблица 7

Распределение пациентов в зависимости от ГСД

ГСД, мм рт. ст.	КоAo		ReCoAo		P
	n	%	n	%	
От 20 до 30	3	8,6	3	20,0	0,570
От 30 до 40	8	22,9	3	20,0	
От 40 до 50	7	20,0	2	13,3	
От 50 до 60	9	25,7	6	40,0	
Более 60	8	22,9	1	6,7	
Всего	35	100,0	15	100,0	

дующей аортой (выше и ниже места стеноза). При ангиографии оценивали анатомию дуги и перешейка аорты, порядок отхождения БЦС. Проводили ангиометрию: диаметра и протяженности зоны сужения, размера дуги аорты, диаметра перешейка и нисходящей аорты дистальнее отхождения подключичной артерии, расстояния от подключичной артерии до сужения, диаметра постстенотического отдела аорты и диаметра грудной аорты на уровне диафрагмы (мм).

В зависимости от анатомических особенностей дуги, перешейка аорты, отхождения левой подключичной артерии, а также от возраста и массы тела пациента выбирали ту или иную тактику и методику стентирования. Все это имело важное значение при подборе стента и его длины (с покрытием или без покрытия, с открытой или закрытой ячейкой), баллонного катетера (диаметр и длина), размера доставляющей системы.

При катетеризации у всех пациентов был выявлен значимый ГСД на сужении, который ко-

лебался от 20 до 66 мм рт. ст. и в среднем составлял  $44 \pm 22$  мм рт. ст. У большинства пациентов имелся высокий ГСД на обструкции, только у 6 (12%) пациентов он был менее 30 мм рт. ст. (табл. 7).

При аортографии у 3 детей было выявлено сужение по типу готической дуги аорты, при этом у 2 оно было изолированным обструктивным, а у одного сочеталось с сужением перешейка аорты. У одного из этих пациентов имелось врожденное отсутствие левой общей сонной артерии (ОСА) с койлингом правой подключичной артерии и отхождением левой подключичной артерии от нисходящего отдела грудной аорты (рис. 3). У второго – отхождение левой ОСА первым стволом, вторым стволом отходила правая ОСА, далее правая позвоночная артерия от дуги аорты, затем aberrантная правая подключичная артерия, и последним стволом от нисходящей грудной аорты отходила стенозированная левая подключичная артерия (рис. 4). У третьего пациента отмечено aberrантное отхождение правой подключичной ар-

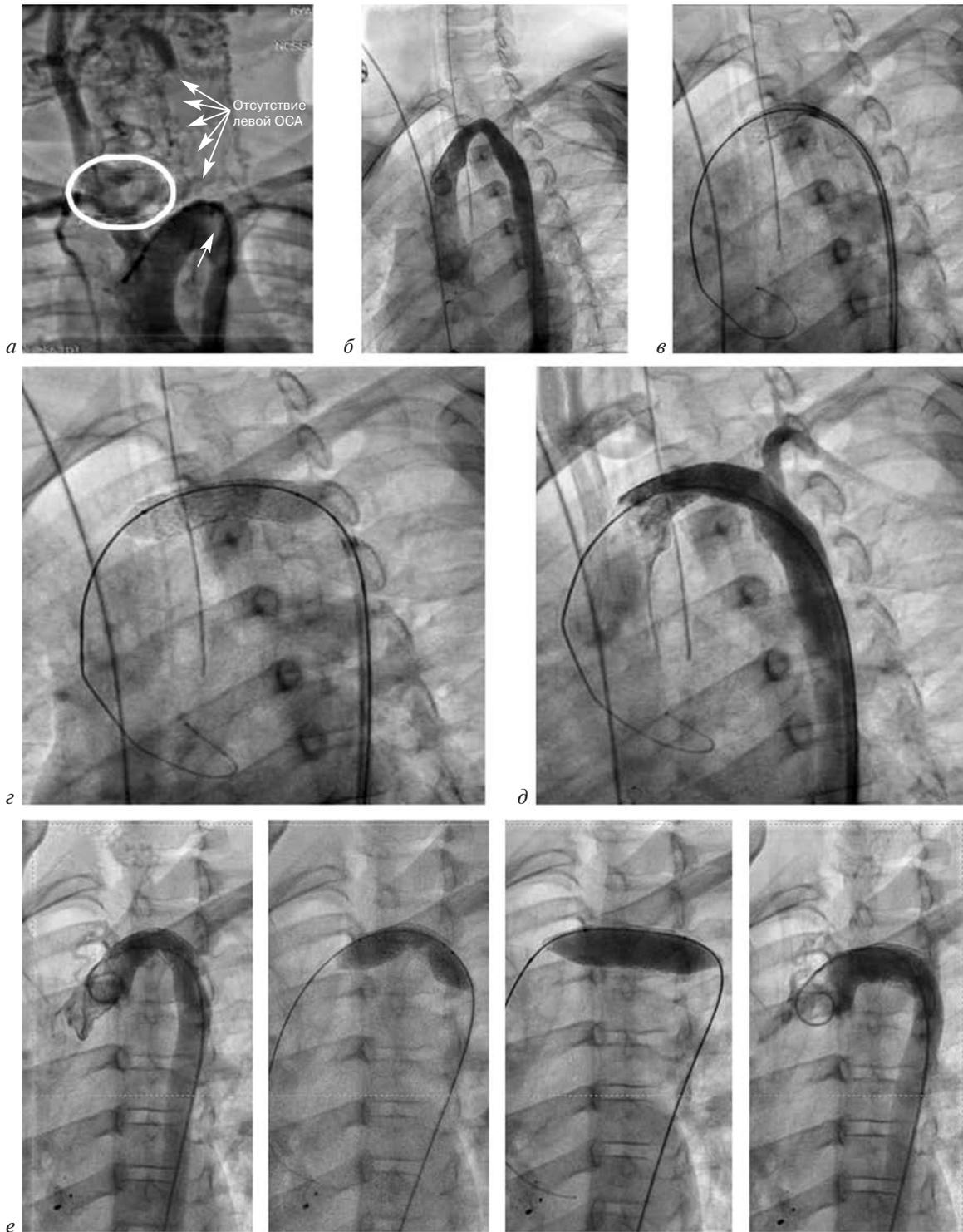


Рис. 3. Стентирование готической дуги аорты с помощью Intrastent LD Mega у ребенка 10 лет:

*а* – аортография в переднезадней проекции: выявляется патология дуги аорты в виде удлинения (выше грудино-ключичного сочленения), гипоплазии и кинкинга (готическая дуга аорты указана стрелкой), отсутствия левой ОСА (стрелки), койлинга правой подключичной артерии (отмечено овалом) и отхождения левой подключичной артерии от нисходящей грудной аорты; *б* – в левой ко- сой проекции хорошо видна готическая и обструктивная форма дуги аорты; *в* – раскрытие дистальной части баллона со стентом и оттягивание доставляющей системы назад до полного его освобождения (пояснение в тексте); *г* – полное раскрытие стента; *д* – после стентирования произошло значительное расширение дуги аорты и изменение формы; *е* – через 3 года в связи с ростом ре- бенка и небольшим in stent рестенозом выполнена дальнейшая баллонная дилатация стента, с хорошим эффектом

терии последним стволом. У 2 детей имелась «бычья дуга» (рис. 5). Еще у 2 пациентов было сужение левой подключичной артерии. У 1 ре-

бенка с реКоАо выявлена окклюзия левой под- ключичной артерии (см. рис. 2). В одном случае при синдроме Такаясу обнаружено сужение

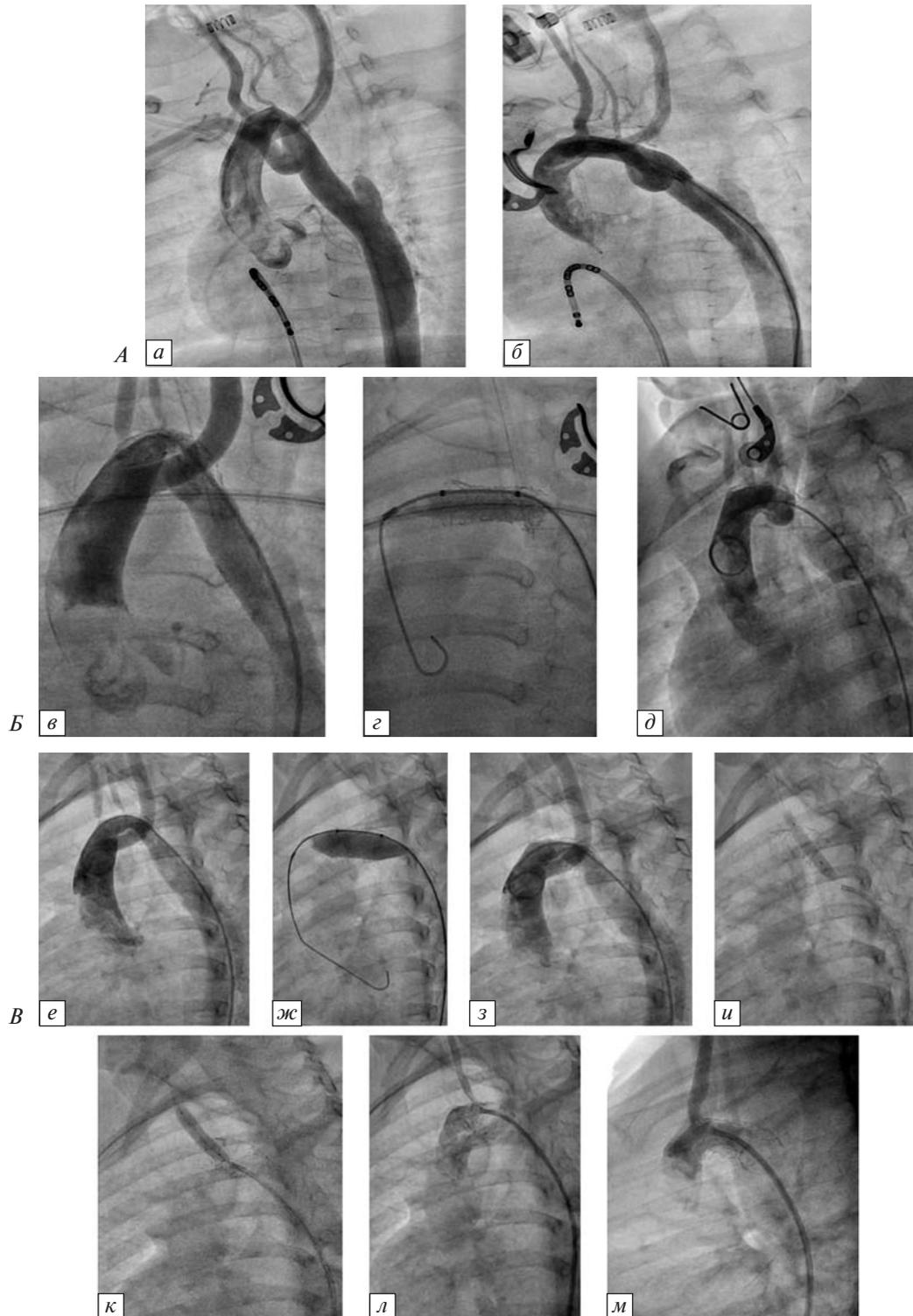


Рис. 4. Стентирование обструктивной готической дуги аорты у 6-месячного ребенка с PHACE-синдромом с помощью стента Valeo (пояснение в тексте) (А) и баллонная дилатация стента через 14 мес (Б) и 3,5 года (В) после стентирования дуги аорты:

*а* – готическая дуга аорты со стенозом (порядок отхождения брахиоцефальных сосудов указан в тексте); *б* – после имплантации стента форма дуги аорты изменилась на пологую, стентом армированы устья правой ОСА и правой позвоночной артерии, отходящей от дуги аорты отдельным стволом; *в* – стент покрыт неоинтимой (светлый участок между просветом аорты и краем стента), правая ОСА и правая подключичная артерия проходимы; *г* – дилатация стента баллоном 9 мм; *д* – после дилатации отмечается увеличение диаметра стента, а также его укорочение, что вызвало сужение устья правой ОСА; *е* – отмечается сужение устьев правой ОСА и правой позвоночной артерии; *ж* – дилатация стента баллоном высокого давления 12 мм; *з* – после дилатации произошло дальнейшее раскрытие стента, однако правая ОСА и правая позвоночная артерия слабо контрастируются; *и, к* – баллонная дилатация ячеек стента, перекрывающая устье правой позвоночной артерии (*и*) и правой ОСА (*к*); *л, м* – после дилатации проходимость правой позвоночной артерии (*л*) и правой ОСА (*м*) не нарушена

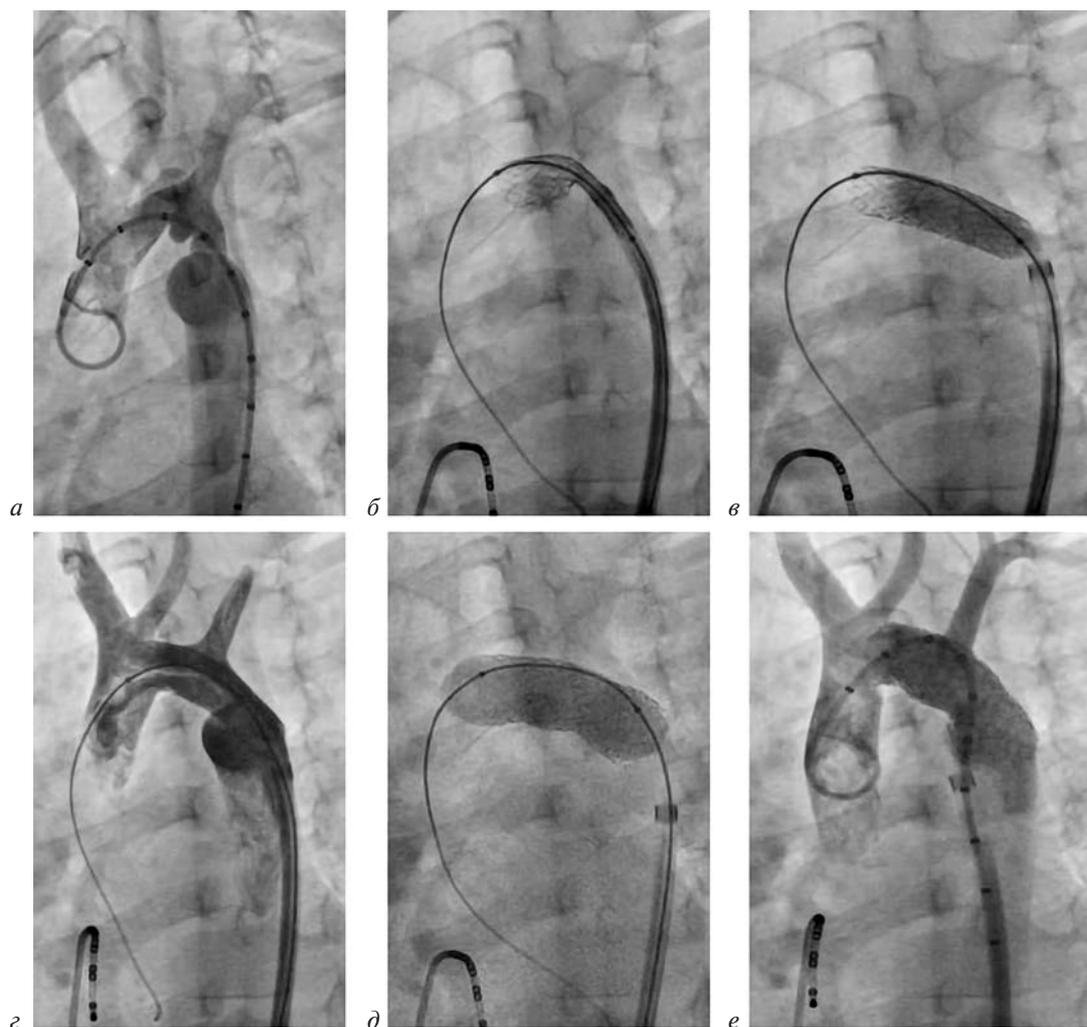


Рис. 5. Стентирование готической дуги аорты:

*a* – по данным аортографии, левая общая сонная артерия отходит от брахиоцефального ствола («бычья» дуга), дуга аорты гипоплазирована, перешеек сужен и извит (кинкинг); *б, в* – стентирование под высокочастотной стимуляцией желудочков сердца, по методике оттягивания доставляющей системы (пояснение в тексте); *г* – стент зафиксирован в области дуги и перешейка аорты; *д* – постдилатация стента баллоном низкого давления; *е* – контрольная аортография: стентирование позволило расширить дугу и перешеек аорты, устранив извитость

устьев левой ОСА и левой подключичной артерии. У остальных пациентов порядок отхождения БЦС не был изменен. Также в 1 случае у 15-летнего ребенка с КоАо было выявлено расширение восходящей аорты до 4,0 см.

Результаты ангиометрического расчета размера дистального отдела дуги, суженного участка и нисходящей аорты представлены в таблице 8.

На основе ангиографической классификации, предложенной академиком Б.Г. Алякяном и соавт. в национальном руководстве по эндоваскулярной хирургии, мы провели распределение пациентов по типам анатомической картины поражения перешейка аорты (табл. 9) [23]. В таблицу не включены пациенты с реКоАо после перенесенных открытых хирургических

Таблица 8

Данные интраоперационной ангиометрии

Диаметр, мм	Значение			
	M±SD/Me	95% ДИ/Q1–Q3	Min	Max
Зона стеноза	4,0	3,20–6,00	1,30	11,00
Дистальная дуга	10,67±2,73	9,84–11,50	3,50	16,00
Нисходящая аорта	13,97±3,41	12,93–15,01	7,00	22,00

Таблица 9

**Распределение  
по ангиографическим типам КоАо (n = 37)**

Тип КоАо	Нативная КоАо	РеКоАо (после ГЛБАП)	Итого	
			n	%
I	9	2	11	29,7
IIa	5	2	7	18,9
IIb	2	1	3	8,1
III	10	1	11	29,7
IV	5	0	5	13,6
Всего	31	6	37	100,0

вмешательств и с изолированной обструкцией дуги аорты (n=13).

Распределение больных с I–III ангиографическими типами сужения перешейка аорты

было примерно одинаковым – от 27 до 30%, а IV тип выявлен только у 13,6% больных.

У детей вариантами выбора стентов являются баллонорасширяемые или покрытые РТФЕ стенты [24]. При выборе стента с покрытием или без покрытия мы придерживались следующей тактики. У больных с КоАо, при I–III типах сужения имплантация стентов без покрытия была предпочтительной. Стенты с покрытием использовали при резко выраженном сужении (диаметр аорты проксимальнее стеноза превышает сужение более чем в 3–3,5 раза) (рис. 6) либо в случае одновременного закрытия ОАП. При IV типе сужения аорты всегда имплантировали покрытые стенты (см. рис. 1). У больных с реКоАо, особенно пациентов старшего возраста, предпочтение всегда отдавалось

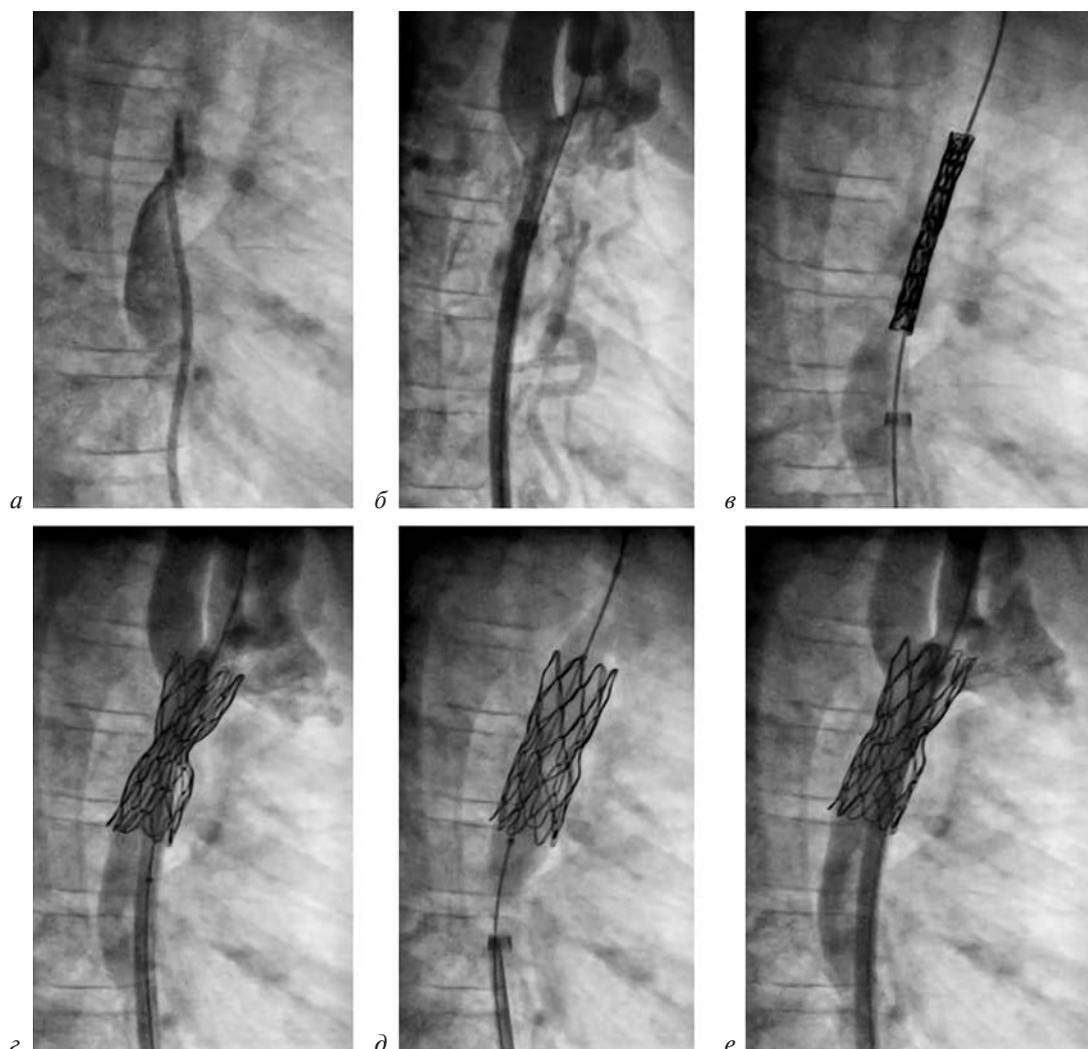


Рис. 6. Стентирование КоАо на грани перерыва с помощью Covered CP стента длиной 39 мм у ребенка 11 лет:

*a* – при ангиографии в боковой проекции выявляется критическое сужение перешейка аорты; *б* – доставляющая система, проведенная за сужение, обтурирует аорту, аорта дистальнее отхождения левой подключичной артерии гипоплазирована, имеется выраженная коллатеральная сеть из системы левой подключичной артерии; *в* – позиционирование Covered CP стента в области сужения; *г* – после имплантации остается перетяжка на стенте в области сужения; *д* – постдилатация стента баллоном высокого давления; *е* – контрольная аортография, сужение полностью устранено, левая подключичная артерия полностью проходима

стендам с покрытием (см. рис. 2). Стенты без покрытия мы использовали у детей младшей возрастной группы, а также при близком расположении устья левой подключичной артерии к сужению, но при этом всегда были готовы к имплантации покрытых стентов в случае возникновения осложнений. В нашем распоряжении имелось два типа стентов с РТФЕ-покрытием: Covered CP и Bentley. При подборе длины стента учитывали степень его укорочения после имплантации, так как он должен был полностью охватить всю зону сужения. При изолированном сужении перешейка аорты, без вовлечения дистальной дуги, стентирование выполнялось с имплантацией стента ниже отхождения устья левой подключичной артерии (рис. 7). При расположении сужения в области отхождения левой подключичной артерии или сразу по-

сле него имплантировали стент преимущественно с открытой ячейкой, без покрытия, с армированием устья подключичной артерии (рис. 5, 8). Если после стентирования все же возникало сужение устья левой подключичной артерии, то мы выполняли дилатацию ячейки стента баллоном необходимого размера до полного устранения стеноза. У больных с готической дугой аорты в двух случаях имплантация стента проводилась с целью ее устранения (см. рис. 3, 4), а в одном – устранялась реКоАо с армированием устья левой подключичной артерии. В таблице 10 указаны области имплантации стентов у пациентов с КоАо и реКоАо.

Отмечено, что у большинства ( $n = 25$ ) пациентов зона КоАо располагалась в области перешейка, тогда как в случае с реКоАо встречалось больше пациентов с протяженным стенозом

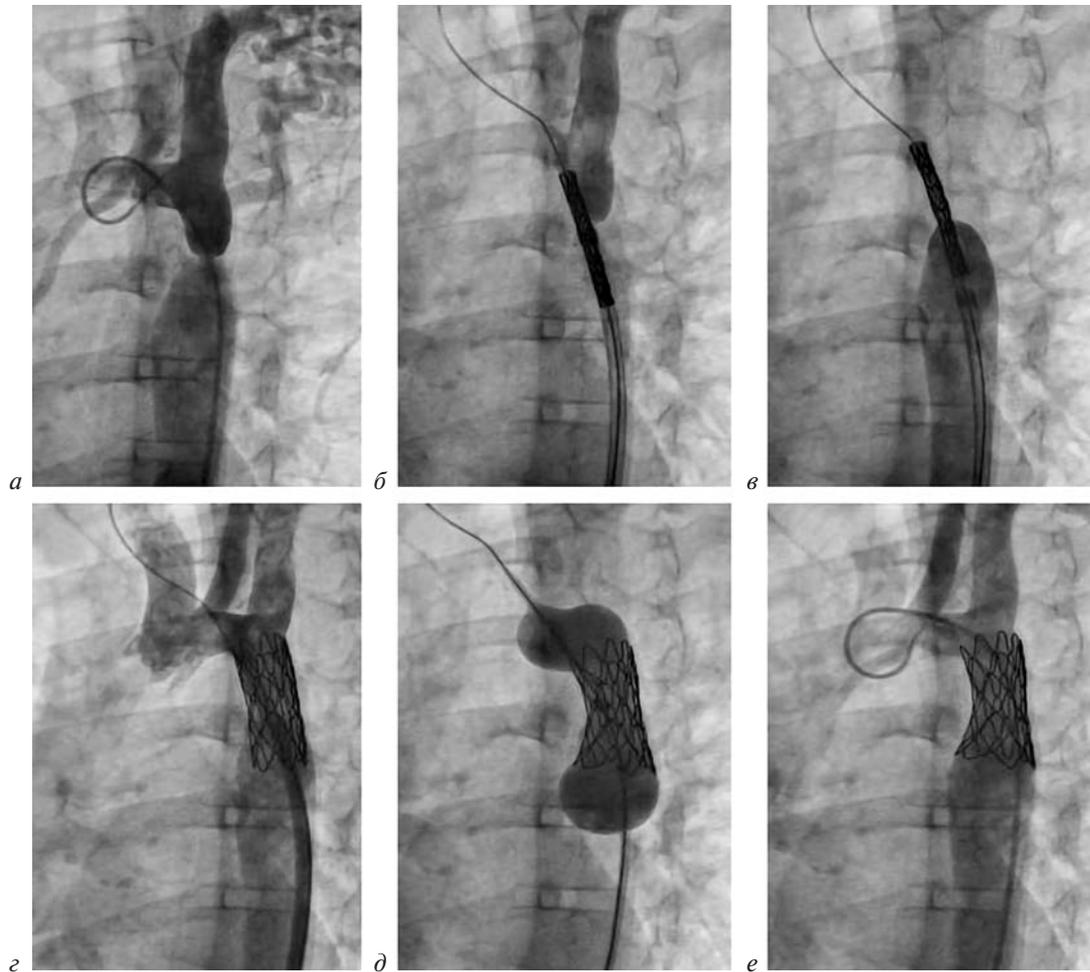


Рис. 7. Этапы выполнения стентирования перешейка аорты с помощью CP стента длиной 34 мм у ребенка 11 лет с КоАо:

*a* – при аортографии в левой косой проекции выявляется выраженное сужение прешейка аорты, расположенное на достаточном расстоянии от устья левой подключичной артерии; *б* – позиционирование стента в области сужения; *в* – стент полностью высвобожден из доставляющего катетера; *г* – после имплантации стента сужение устранено, однако края стента не прилежат плотно к стенкам аорты; *д* – дилатация стента латексным баллоном (пояснение в тексте); *е* – конечный результат: стент раскрыт до конфигурации аорты, сужения перешейка нет

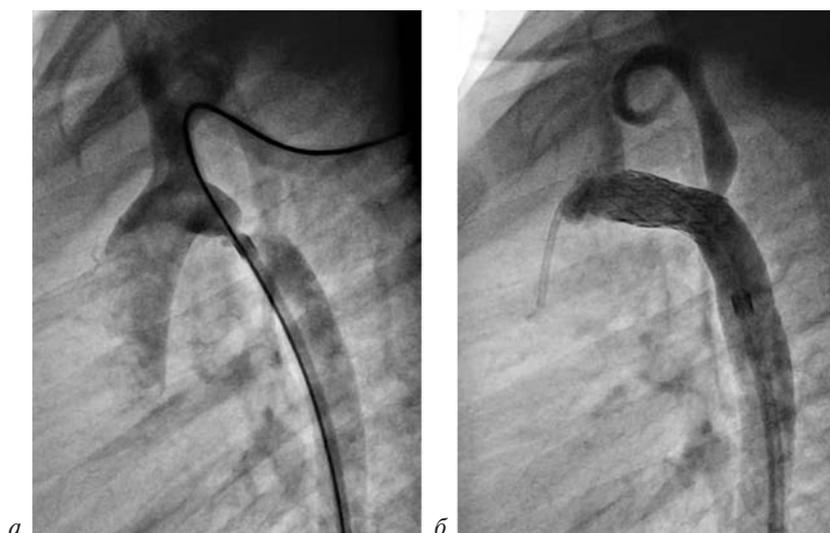


Рис. 8. Стентирование реКоАо с помощью AndraStent XL у 3-летнего ребенка:

*a* – после хирургического устранения КоАо выявляется резкое сужение аорты перед отхождением левой подключичной артерии; подключичная артерия сужена в устье; *b* – после стентирования сужение устранено, проходимость левой подключичной артерии не нарушена

Таблица 10

Распределение пациентов в зависимости от области имплантации стентов

Локализация стеноза	Перешеек	Дуга + перешеек	Дуга	Итого	
				n	%
Коарктация аорты	25	9	1	35	70,0
Рекоарктация аорты	7	7	1	15	30,0
Всего, n (%)	32 (64)	16 (32)	2 (4)	50	100,0

дистальной дуги и перешейка аорты. Выбор типа стента зависел не только от локализации, но и от возраста и массы тела ребенка, а также размера доставляющей системы. Типы использованных нами стентов представлены в таблице 11.

Всего было имплантировано 52 стента пятидесяти пациентам, так как двоим имплантировали по два стента: одному пациенту с протяженной гипоплазией и кинкингом при синдроме Такаясу (см. рис. 1), а у второго выполнялось повторное стентирование через 2-е суток после операции в связи со смещением стента (рис. 9). Мы всегда отдавали предпочтение имплантации стентов большого (до 18 мм) и очень большого (до 25 мм и более) диаметра. У младенцев и детей раннего возраста (масса тела до 10–12 кг) мы использовали сосудистые стенты Valeo диаметром от 6 до 10 мм, проходящие через доставляющую систему 6–7 Fr, которые обладают способностью дальнейшего раскрытия. У новорожденного ребёнка со сложной анатомией мы выполнили стентирование с помощью коронарного стента диаметром 4,5 мм (через интродьюсер 4 Fr) в качестве паллиативной помощи с условием последующей эксплантации при повторной радикальной хирургической коррекции.

Таблица 11

Типы имплантированных стентов

Тип стента	Общее количество	
	n	%
CP Stent (NuMED, Канада)	3	5,8
Covered CP Stent (NuMED, Канада)	15	28,8
Bentley Covered CP Stent (Bentley InnoMed GmbH, Германия)	2	3,9
Intrastent mega (EV3, США), Intrastent LD max (EV3, США), Intrastent LD mega (EV3, США)	13	25,0
Palmaz Genesis XD (Cordis, США)	3	5,8
Valeo vascular stent (Bard Inc., США)	5	9,6
Andrastent XL (Andromed, Германия), Andrastent XXL (Andromed, Германия)	10	19,2
Nexgen (коронарный стент) (Meril Life Sciences, Индия)	1	1,9
Всего стентов	52	100,0

У 4 из 5 пациентов с сопутствующим ОАП при стентировании суженного участка аорты была проведена одномоментная окклюзия протока: у 3 – с помощью спирали, у 1 – при помощи Covered CP стента. Еще у 1 пациента с ИЭ и боталлитом закрытие ОАП не осуществлялось. Перевязку протока ему выполнили во вре-

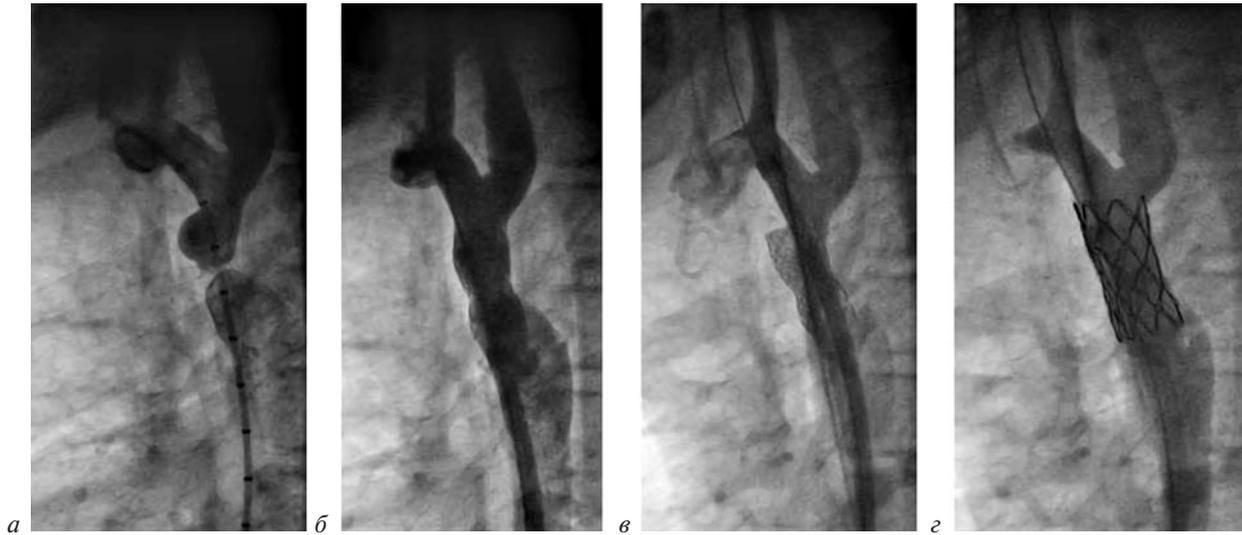


Рис. 9. Смещение стента после стентирования КоАо с последующим рестентированием у 14-летнего пациента: *a* – в латеральной проекции определяется девиация с прстенотическим расширением аорты кпереди и последующим выраженным его сужением; *б* – имплантирован стент Bentley длиной 28 мм дистальнее отхождения левой подключичной артерии; после стентирования сужение устранено, девиации нет; *в* – стент сместился, его проксимальный конец располагается в прстенотическом расширенном участке аорты; *г* – выполнено рестентирование, имплантирован Covered CP стент длиной 34 мм, который выправил аорту и устранил рекоарктационный синдром

мя устранения сообщения по типу аортолевожелудочкового туннеля из-за прорыва абсцесса корня аорты в полость левого желудочка, в условиях искусственного кровообращения.

Выбор баллона для монтирования на нем стента и открытия последнего до нужного диаметра имеет большое значение. Так, некоторые стенты поставляются уже смонтированными на баллонах нужного диаметра (такие как Bentley, сосудистые (Valeo) и коронарные стенты), а стенты большого и очень большого диаметра приходилось вручную монтировать на баллонный катетер нужного диаметра и длины. Мы использовали в основном баллонные катетеры ViV (NuMED, Канада) диаметром от 12 до 24 мм и Z-Med II (NuMED, Канада) диаметром от 8 до 18 мм, а у маленьких детей – Opta (Cordis, США) и Power flex (Cordis, США) диаметром от 6 до 10 мм. Обязательным условием являлось то, что длина баллона должна быть больше длины стента. Как правило, размеры баллонов соответствовали или на 1–2 мм превышали диаметр дистальной дуги аорты или нисходящей аорты дистальнее отхождения левой подключичной артерии. Иногда выбор баллонного катетера на 1–2 мм меньше должного размера был обусловлен необходимостью использования доставляющей системы меньшего диаметра. В этом случае после фиксации стента в области сужения мы выполняли его постдилатацию баллоном расчетного размера.

Проведение, позиционирование в зоне сужения и раскрытие стента проходило под ангиографическим контролем. Имплантация стента осуществлялась по трем методикам:

1) после позиционирования стента в области сужения доставляющая система оттягивалась назад, полностью освобождая стент, после этого производили раздувание баллонного катетера с имплантацией стента (см. рис. 7);

2) доставляющая система оттягивалась, освобождая стент в зоне сужения чуть более чем на половину длины, затем одновременно выполняли раздувание дистального конца баллона и оттягивание доставляющей системы назад до полного высвобождения баллона (см. рис. 2, 5); этот маневр позволял точно фиксировать стент в области стеноза, не допуская его дислокации;

3) при стентировании дуги аорты, а также у части больных с III ангиографическим типом сужения, когда имеется выраженное постстенотическое расширение нисходящей аорты и большое несоответствие между размерами сегментов аорты, мы использовали высокочастотную стимуляцию желудочков сердца (по внутрисердечному электроду, проведенному в полость ПЖ) – до 200–220 уд/мин, это способствовало контролируемому снижению сердечного выброса и снижению артериального давления на 30–50%, что позволяло минимизировать риски смещения и дислокации стента при раздувании баллона (см. рис. 4, 5).

После имплантации стента, в случае неполного раскрытия или при ГСД больше 15–20 мм рт. ст. пациентам выполняли постдилатацию стента баллонами высокого давления Z-med (8–10 атм.) или ультравысокого давления Atlas Gold (до 18 атм.) для достижения желаемого гемодинамического результата у 32 (64%) детей (см. рис. 6). У части больных для более конфлюэнтного прилегания краев стента к стенкам аорты использовались баллоны низкого давления Tyshak II (до 4 атм.) (см. рис. 5) или латексные баллоны, предназначенные для измерения размеров ДМПП (см. рис. 7). По окончании процедуры выполнялась контрольная ангиография и тензиометрия для расчета резидуального ГСД. Доставляющую систему удаляли и проводили мануальный гемостаз с наложением тугой давящей повязки на сутки. У 4 (8%) пациентов, у которых при стентировании использовался хирургический артериотомный доступ, выполняли шовную пластику бедренной артерии.

### Результаты

Непосредственные результаты стентирования оценивались по степени устранения обструкции и остаточному ГСД в области корригированного участка аорты. Во всех случаях удалось раскрыть стент до номинального размера баллонного катетера, в результате чего диаметр сужения увеличился, по данным ангиографии, с  $4,7 \pm 2,1$  до  $11,5 \pm 2,9$  мм ( $p < 0,001$ ). По результатам контрольной прямой тензиометрии получено статистически значимое снижение ГСД на суженном участке аорты – с 41 (37–56) до

1 (1–12) мм рт. ст. ( $p < 0,001$ ). Таким образом, у всех (100%) пациентов был достигнут желаемый результат, когда пиковый градиент АД не превышал 20 мм рт. ст. При этом у 28 (56%) пациентов резидуальный ГСД отсутствовал, у 10 (20%) составил менее 10 мм рт. ст., у 7 (14%) – от 10 до 15 мм рт. ст. и 5 (10%) – от 15 до 20 мм рт. ст.

Данные послеоперационной трансторакальной ЭхоКГ подтвердили эффективность стентирования у больных как при КоАо, так и реКоАо. Были выявлены статистически значимые изменения следующих параметров в результате проведенного лечения: ГСД в области вмешательства снизился с  $59 \pm 17$  до  $22 \pm 7$  мм рт. ст. ( $p < 0,001$ ), диаметр зоны сужения аорты увеличился с  $4,45 \pm 2,26$  до  $11,19 \pm 3,78$  мм ( $p = 0,002$ ), конечный систолический размер ЛЖ уменьшился с  $22,32 \pm 4,32$  до  $20,94 \pm 3,96$  мм ( $p = 0,024$ ), конечный диастолический объем ЛЖ уменьшился с  $66,35 \pm 29,33$  до  $61,07 \pm 23,25$  мл ( $p = 0,022$ ), конечный систолический объем ЛЖ статистически значимо уменьшился у 54,8% пациентов ( $p = 0,036$ ). Кровоток в брюшном отделе аорты стал магистральным у 90% пациентов по сравнению с дооперационными данными (метод – критерий Уилкоксона для парных выборок,  $p < 0,001$ ), у остальных 10% – был близок по характеристикам к магистральному.

Анализ взаимосвязи между диаметром стентированного участка аорты и возрастной категорией пациента показал, что в возрасте 16 лет и старше возможна дилатация стента до «взрослого диаметра» при первичной процедуре. В возрасте от 7 до 15 лет средние значения диа-

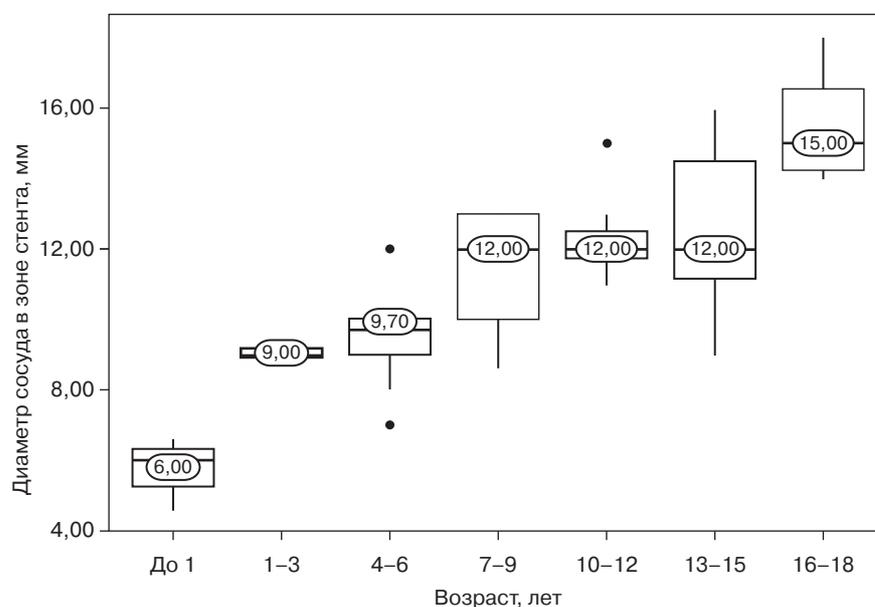


Рис. 10. Диаметр стентированного участка аорты в зависимости от возраста пациентов

метра перешейка и дистального отдела дуги аорты примерно одинаковы и по достижении антропометрических данных взрослого человека таким пациентам потребуется, скорее, одна повторная баллонная дилатация ранее установленного стента (рис. 10). Соответственно, при стентировании аорты у детей младше 7 лет потребуется проведение двух или более подобных вмешательств.

Также мы выявили статистически значимые прямые корреляционные связи высокой тесноты по шкале Чеддока между полученным ГСД на суженном участке по данным ЭхоКГ и непрямой тензиометрии по методу Короткова ( $r_s = 0,714$ ;  $p < 0,001$ ), а также связи умеренной тесноты между данными прямой ангиотензиометрии и доплерографическими измерениями ( $r_s = 0,384$ ;  $p = 0,036$ ) (метод Спирмена).

Таким образом, при проведении стентирования суженного участка аорты нами был достигнут хороший непосредственный результат у 100% пациентов всех возрастных групп. Эндovasкулярное лечение позволило достичь сопоставимого с физиологическими нормами эффекта, подтвержденного данными как прямой тензиометрии, так и ЭхоКГ-доплерографии (восстановление нормальных значений ГСД и характеристик кровотока в брюшном отделе аорты).

Однако, принимая во внимание тот факт, что у детей младших возрастных групп размер установленного стента ограничивает дальнейший рост аорты, этим пациентам имплантировались баллонорасширяемые стенты, позволяющие провести этапное эндovasкулярное вмешательство для достижения диаметра сосуда, соответствующего нормам взрослого пациента.

Непосредственных осложнений, связанных с процедурой стентирования дуги и перешейка, не было как со стороны аорты, так и со стороны бедренных сосудов. Исключением был один ребенок 2 лет с reCoAo после операции Норвуда.

Во время имплантации стента произошла остановка сердечной деятельности, и стентирование выполнялось на фоне реанимационных мероприятий. После имплантации стента гемодинамика была восстановлена. Однако в раннем послеоперационном периоде, на 3-и сутки после вмешательства, ребенок внезапно скончался от жизнеугрожающих нарушений ритма сердца.

Еще в одном случае, на 2-е сутки после операции, произошло смещение стента ниже перешейка аорты с развитием коарктационного синдрома. Ребенку было выполнено повторное стентирование с хорошим эффектом. Других осложнений в госпитальном периоде не зарегистрировано. Средний срок госпитализации в стационаре составил  $4,2 \pm 2,6$  (95% ДИ 3,2–5,1) койко-дня.

Пациенты оставались под наблюдением до достижения 18-летнего возраста. Проведен анализ данных 84% ( $n = 42$ ) пациентов в отдаленном периоде, с медианой наблюдения 24 (8–32) мес. У 39 (92,9%) обследованных сохранялся хороший гемодинамический эффект.

В таблице 12 приведены размеры аорты в отдаленном периоде по данным трансторакальной ЭхоКГ. Полученные результаты свидетельствуют о том, что за указанное время сохранились хорошие гемодинамические показатели: Ме ГСД на перешейке аорты составила 26 мм рт. ст.,  $M \pm SD$  по шкале Z-score стентированной зоны аорты  $-1,29 \pm 1,06$  (за референсные значения принят диапазон стандартных отклонений от  $-2,5$  до  $+2,5$ ).

Троим (7,1%) пациентам в связи с соматическим ростом и соответственно «перерастанием» размера стента потребовалось повторное этапное вмешательство — баллонная дилатация стента. У 2 (4,76%) из них выполнялась дилатация стентов, установленных в готическую дугу аорты.

Таблица 12

## Гемодинамические показатели и размеры сегментов аорты в отдаленном периоде по данным ЭхоКГ

Показатель	Значение			
	$M \pm SD/Me$	95% ДИ/Q1–Q3	Min	Max
ГСД, мм рт. ст.	26,0	20,0–30,5	11,00	75,00
Диаметр стентированного участка аорты, мм	$10,85 \pm 2,91$	9,70–12,00	4,00	16,00
Z-score перешейка аорты	$-1,29 \pm 1,06$	$-1,71 \dots -0,87$	-4,50	0,40
Диаметр дистального отдела дуги, мм	$11,42 \pm 3,13$	9,86–12,97	4,40	17,00
Z-score дистального отдела дуги	$-1,61 \pm 1,06$	$-2,14 \dots -1,09$	-4,00	0,27

У первого ребенка, которому проведено стентирование готической дуги аорты в возрасте 10 лет, в связи с ростом и небольшим «in stent» рестенозом спустя 3 года выполнена дальнейшая баллонная дилатация стента с хорошим эффектом (см. рис. 3).

Во втором случае ТЛБАП проводилась трижды. Сначала в возрасте 1 года при массе тела 9 кг у ребенка с РНАСЕ-синдромом после стентирования готической дуги аорты выполнена баллонная дилатация ранее имплантированного стента баллонами PowerFlex 9×20 мм (8 атм.) и 10×20 мм (12 атм.). ГСД снизился с 50 до 20 мм рт. ст. Затем спустя 6 мес при массе тела 10,5 кг – повторная баллонная дилатация стента баллоном PowerFlex 10×20 мм. К 4 годам жизни при массе тела 15,5 кг вновь отмечено нарастание ГСД – до 58 мм рт. ст., по данным ЭхоКГ, в свя-

зи с соматическим ростом ребенка. Пациент был госпитализирован, при катетеризации ГСД на стенте составлял 41 мм рт. ст. Выполнена ТЛБАП баллоном высокого давления Atlas Gold в сочетании с баллонной дилатацией сужения устьев позвоночной и правой общей сонной артерий (см. рис. 4). Отмечено эффективное расширение стента – с 9 до 12 мм и отсутствие значимого ГСД при контрольной тензиометрии.

У третьего ребенка, с реКоАо, аномалией развития дуги аорты и брахиоцефальных артерий, стентирование дуги аорты выполнено в возрасте 10 лет, спустя 8 лет после первичной коррекции (ТЛБАП). Через 2 года после вмешательства ГСД на стенте в области дуги аорты составил 70 мм рт. ст., по данным ЭхоКГ, и 60 мм рт. ст. – при прямой тензиометрии. Дилатация стента баллоном высокого давления позволила

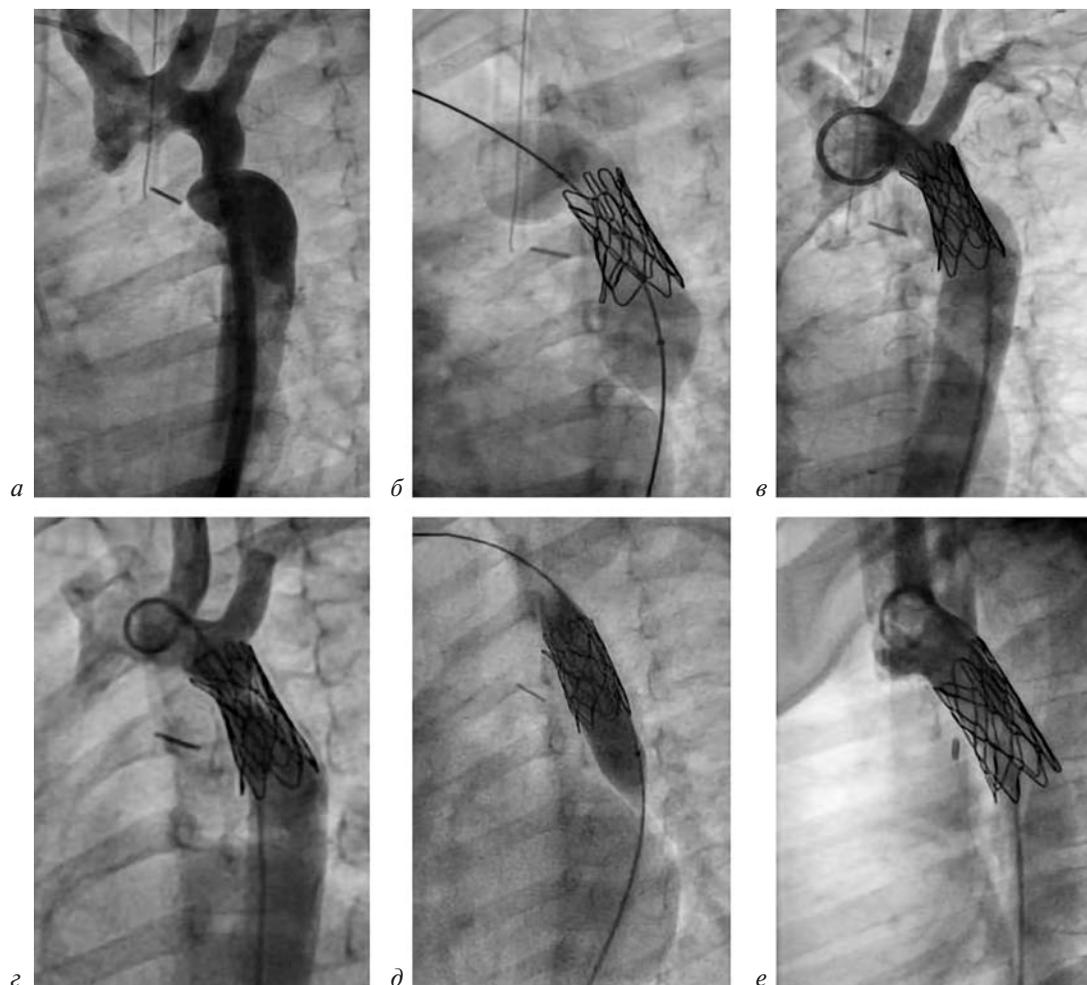


Рис. 11. Стентирование КоАо с помощью Covered CP стента длиной 28 мм артериотомическим доступом у ребенка после анатомической коррекции транспозиции магистральных сосудов:

*а* – сужение перешейка с кинкингом и постстенотическим расширением аорты; *б* – дилатация латексным баллоном имплантированного стента; *в* – сужение перешейка аорты устранено; *г* – через 2 года произошло обратное ремоделирование постстенотического расширения нисходящей грудной аорты (стенка аорты прилежит к стенту); *д* – в связи с ростом ребенка выполнено дальнейшее раскрытие стента; *е* – после дилатации стент равномерно раскрыт по всей длине

снизить ГСД до 12 мм рт. ст. и получить обратное ремоделирование аорты, проявляющееся восстановлением правильной кривизны дуги и отсутствием постстенотического расширения нисходящего отдела (рис. 11).

### Обсуждение

Коарктация аорты, которая встречается у 0,04% всех живорожденных детей, имеет широкий спектр морфологических проявлений, начиная от простого тубулярного сужения и заканчивая полной облитерацией просвета при различных локализациях в области перешейка и дуги аорты [25]. Ранее открытая хирургия была единственным вариантом лечения, но внедрение и накопление опыта эндоваскулярного стентирования, совершенствование технологий привели к более высокой частоте успешной коррекции при более низком уровне осложнений [12, 19].

Имплантирование стента при КоАо имеет ряд теоретически обоснованных преимуществ, включая обеспечение радиальной прочности созданного сосудистого профиля и предупреждение повторного развития деформации аорты, так как зачастую суженный участок представлен кинкингом или койлингом. В отличие от баллонной ангиопластики при стентировании в меньшей степени происходит повреждение сосудистой стенки аорты. В настоящее время имеются публикации одноцентровых исследований небольших групп пациентов, посвященных результатам этой относительно новой процедуры, однако недостаточно данных крупных многоцентровых исследований. Так, в 2010 г. R. Holzer et al. отметили в своей работе сравнительно низкую частоту осложнений (у 1% пациентов) при достаточно высоком показателе (96%) хороших непосредственных результатов [11]. А в 2011 г. международный исследовательский консорциум врожденных сердечно-сосудистых заболеваний (CCISC) опубликовал наиболее значимый ретроспективный обзор результатов имплантации 627 стентов при 565 процедурах, выполненных в 14 центрах. В этом исследовании сообщалось о непосредственном успехе в 98% случаев и 14,3% осложнений, включая 2 летальных исхода [12].

Изучая опубликованную по результатам эндоваскулярного лечения КоАо и реКоАо литературу, мы обнаружили, что авторы либо вовсе не разделяют пациентов на возрастные группы, либо используют общепринятое деление на но-

ворожденных (от 0 до 1 мес), инфантов (дети до 1 года), детей от 1 года до 12 лет и подростков (от 12 до 18 лет) [26–28]. Данная градация, по нашему мнению, имеет слишком широкий разброс пациентов по массе тела и росту и не имеет высокой чувствительности для выявления предикторов реКоАо и распределения по типу имплантируемых устройств. В связи с этим для статистической обработки данных в качестве группирующего признака решено было всех пациентов разделить на возрастные группы с интервалом в три года, отдельно выделив новорожденных и детей до года.

В нашем исследовании получены хорошие непосредственные результаты в 100% случаев с достижением желаемого резидуального ГСД ниже 20 мм рт. ст., по данным прямой ангиоэнгиографии. Удалось избежать осложнений, включая тромбозы периферических артерий и диссекцию аорты, что соответствует мировым данным. При этом в группу были включены дети раннего возраста с исходно тяжелым по сопутствующим патологиям и основному пороку состоянием, пациенты с сочетанной патологией и дети со сложными формами обструктивного поражения дуги аорты. Достаточно низкая частота осложнений в нашем исследовании может быть связана с воздержанием от этапа баллонной дилатации непосредственно перед стентированием, правильным подбором размера баллонного катетера и типа стентов, скрупулезным использованием баллонов для постдилатации суженного сегмента, а также использованием покрытых стентов для профилактики риска повреждения стенки аорты.

Для пациентов, имеющих рекоарктацию аорты, процедура стентирования рассматривалась как элективный метод. У детей до года процедура выполнялась в том случае, когда имелись существенные противопоказания, не позволяющие провести открытую хирургическую коррекцию (n = 2). Интраоперационных и госпитальных осложнений избежать удалось у обоих пациентов. При этом у первого ребенка возрастом 5 мес из-за сопутствующей патологии органов грудной клетки (множественные гемангиомы, сложная анатомия дуги и БЦС) от открытой хирургической коррекции решено было воздержаться из-за более высоких рисков вмешательства. Второй ребенок поступал в стационар в возрасте 8 дней в критическом состоянии с не выявленным своевременно ВПС — КоАо в сочетании с ДМЖП. Учитывая выра-

женную бивентрикулярную дисфункцию с лактат-ацидозом, риски хирургической коррекции были расценены как крайне высокие и принято решение о паллиативном стентировании в периоде новорожденности. Состояние стабилизировалось в течение 12 ч после операции, а к выписке из стационара на 8-е сутки фракция выброса левого желудочка выросла с 16 до 58%.

Определяясь с выбором стента для детей младших возрастных групп, следует учитывать и плюсы, и минусы. Так, непокрытые металлические стенты имеют преимущества при последующей повторной дилатации, возможность доставки и раскрытия через интродьюсер меньшего размера и меньшую вероятность обструкции БЦС, в то время как покрытые стенты обладают преимуществами в профилактике таких осложнений, как диссекция и формирование ложных аневризм аорты [29–31]. Поэтому в нескольких случаях для их имплантации мы прибегали к артериотомическому доступу.

У детей с локализацией стеноза в основном в области дуги аорты отмечается тенденция высокого риска раннего развития реКоАо в области стента [32]. К сожалению, универсальных стентов для лечения КоАо у детей и подростков на сегодняшний день в мире не существует. Как видно из схемы на рисунке 10, диаметр аорты взрослого человека при стентировании достигался у детей от 16 лет и старше. У детей же младшего возраста заведомо прогнозируется необходимость последующей баллонной дилатации по мере взросления, что при относительной безопасности эндоваскулярных методов можно рассматривать как этапный метод лечения КоАо. При этом важно понимать необходимость продолжительного катamnестического наблюдения за данными пациентами с их переходом под патронаж взрослой кардиологической службы [21–24, 33].

### Заключение

У больных с КоАо и реКоАо стентирование может успешно применяться во всех возрастных группах и является доступным и эффективным методом лечения патологии дуги и перешейка аорты. Стентирование аорты позволило добиться полного устранения обструкции у всех пациентов и получить хорошие гемодинамические результаты без каких-либо серьезных осложнений. Данный вид коррекции у старших возрастных групп и подростков является операцией выбора, у детей младших возрастных

групп может быть альтернативой хирургической коррекции. Эффективность и безопасность процедуры стентирования во многом зависит от персонализированного подхода, заключающегося в правильном анализе анатомической картины, выборе стента и методики его имплантации. У маленьких детей использование доступа селективной артериотомии позволяет безопасно выполнять процедуру стентирования аорты с использованием доставляющих систем необходимого размера. Применение постдилатации стентов баллонами высокого и низкого давления безопасно и способствует дальнейшему раскрытию стента, лучшему прилеганию к стенкам аорты. Стентирование дуги аорты имеет свои особенности и может успешно применяться при условии правильного отбора пациентов. Баллонная дилатация имплантированных стентов в отдаленные сроки после операции возможна и безопасна.

### Литература/References

1. Rao P.S., Carey P. Remodeling of the aorta after successful balloon coarctation angioplasty. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1989; 14 (5): 1312–7. DOI: 10.1016/0735-1097(89)90434-8
2. Isner J.M., Donaldson R.F., Fulton D., Bhan I., Payne D.D., Cleveland R.J. Cystic medial necrosis in coarctation of the aorta: a potential factor contributing to adverse consequences observed after percutaneous balloon angioplasty of coarctation sites. *Circulation.* 1987; 75 (4): 689–95. DOI: 10.1161/01.cir.75.4.689
3. Beekman R.H., Muller D.W., Reynolds P.I., Moorehead C., Heidelberg K., Lupinetti F.M. Balloon-expandable stent treatment of experimental coarctation of the aorta: early hemodynamic and pathological evaluation. *J. Interv. Cardiol.* 1993; 6 (2): 113–23. DOI: 10.1111/j.1540-8183.1993.tb00843.x
4. Redington A.N., Hayes A.M., Ho S.Y. Transcatheter stent implantation to treat aortic coarctation in infancy. *Br. Heart J.* 1993; 69 (1): 80–2. DOI: 10.1136/hrt.69.1.80
5. Redington A.N., Weil J., Somerville J. Self expanding stents in congenital heart disease. *Br. Heart J.* 1994; 72 (4): 378–83. DOI: 10.1136/hrt.72.4.378
6. Алекаян Б.Г., Спиридонов А.А., Харпунов В.Ф., Данилов Е.Ю., Тутов Е.Г., Гаджиев А.А. и др. Транслуминальная баллонная ангиопластика и стентирование при лечении коарктации и рекоарктации аорты. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 1996; 3: 117–21. Alekyan B.G., Spiridonov A.A., Kharpunov V.F., Danilov E.Yu., Titov E.G., Gadzhiev A.A. et al. Transluminal balloon angioplasty and stenting in the treatment of coarctation and recoarctation of the aorta. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 1996; 3: 117–21 (in Russ.).
7. Golden A.B., Hellenbrand W.E. Coarctation of the aorta: stenting in children and adults. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2007; 69 (2): 289–99. DOI: 10.1002/ccd.21009
8. Zussman M.E., Hirsch R., Herbert C., Stapleton G.E. Transcatheter intervention for coarctation of the aorta. *Cardiol. Young.* 2016; 26 (8): 1563–7. DOI: 10.1017/S1047951116001694
9. Butera G., Giugno L., Basile D., Piazza L., Chessa M., Carminati M. The Edwards Valeo lifestents in the treatment and palliation of congenital heart disease in infants and small children. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2015; 86 (3): 432–7. DOI: 10.1002/ccd.25872
10. Travelli F.C., Sullivan P.M., Takao C., Ing F.F. The Valeo stent: a pre-mounted, open-cell, large stent for use in small children

- with CHD. *Cardiol. Young.* 2016; 26 (6): 1187–93. DOI: 10.1017/S104795111500219X
11. Holzer R., Qureshi S., Ghasemi A., Vincent J., Sievert H., Gruenstein D. et al. Stenting of aortic coarctation: acute, intermediate, and long-term results of a prospective multi-institutional registry – Congenital Cardiovascular Interventional Study Consortium (CCISC). *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 76 (4): 553–63. DOI: 10.1002/ccd.22587
  12. Forbes T.J., Kim D.W., Du W., Turner D.R., Holzer R., Amin Z. et al.; CCISC Investigators. Comparison of surgical, stent, and balloon angioplasty treatment of native coarctation of the aorta: an observational study by the CCISC (Congenital Cardiovascular Interventional Study Consortium). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58 (25): 2664–74. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.08.053
  13. Rao P.S. Future directions in the management of aortic coarctation in young patients. *Pediat. Therapeut.* 2014; 4 (4): 1000e125. DOI: 10.4172/2161-0665.1000e125
  14. Sreeram I., Sreeram N., Bennink G. Palliative stent implantation for coarctation in neonates and young infants. *Ann. Pediatr. Cardiol.* 2012; 5 (2): 145–50. DOI: 10.4103/0974-2069.99616
  15. Radtke W.A., Waller B.R., Hebra A., Bradley S.M. Palliative stent implantation for aortic coarctation in premature infants weighing <1,500 g. *Am. J. Cardiol.* 2002; 90 (12): 1409–12. DOI: 10.1016/s0002-9149(02)02887-4
  16. Ghaderian M., Sabri M.R. Report of a coarctation of aorta stenting in an infant. *Adv. Biomed. Res.* 2019; 8: 10. DOI: 10.4103/abr.abr\_232\_18
  17. Gorenflo M., Boshoff D.E., Heying R., Eyskens B., Rega F., Meyns B., Gewillig M. Bailout stenting for critical coarctation in premature/critical/complex/early recoarcted neonates. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2010; 75 (4): 553–61. DOI: 10.1002/ccd.22328
  18. Mery C.M., Guzman-Pruneda F.A., Carberry K.E., Watrin C.H., McChesney G.R., Chan J.G. et al. Aortic arch advancement for aortic coarctation and hypoplastic aortic arch in neonates and infants. *Ann. Thorac. Surg.* 2014; 98 (2): 625–33; discussion 633. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.04.051
  19. Бокерия Л.А., Алекаян Б.Г., Пурсанов М.Г. Транслуминальная ангиопластика и стентирование коарктации и рекоарктации аорты. В кн.: Руководство по рентгенэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2008; 2: 215–37.  
Bockeria L.A., Alekyan B.G., Pursanov M.G. Transluminal angioplasty and stenting of coarctation and recoarctation of the aorta. In: Guidelines for X-ray endovascular surgery of the heart and blood vessels. Moscow; 2008; 2: 215–37 (in Russ.).
  20. Коарктация аорты. Клинические рекомендации 2020 г. Министерство здравоохранения РФ. [https://racs.ru/clinic/clinical\\_guidelines\\_2020.php](https://racs.ru/clinic/clinical_guidelines_2020.php)  
Coarctation of the aorta. Clinical guidelines for 2020. Ministry of Health of the Russian Federation (in Russ.). [https://racs.ru/clinic/clinical\\_guidelines\\_2020.php](https://racs.ru/clinic/clinical_guidelines_2020.php)
  21. Warmerdam E.G., Krings G.J., Meijs T.A., Franken A.C., Driesen B.W., Sieswerda G.T. et al. Safety and efficacy of stenting for aortic arch hypoplasia in patients with coarctation of the aorta. *Neth. Heart J.* 2020; 28 (3): 145–52. DOI: 10.1007/s12471-019-01353-5
  22. Pursanov M.G., Abramyan M.A., Shamrin Y.N., Bedin A.V., Pardaev D.B., Kabanova E.N. Endovascular treatment of hypoplastic gothic aortic arch in combination with congenital absence of the left common carotid artery. *Structural Heart Disease.* 2019; 5 (6): 259–64. DOI: 10.12945/j.jshd.2020.006.19
  23. Структурные заболевания сердца. В кн.: Алекаян Б.Г. (ред.) Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. В 4 т. Т. 4. М.: Литтерра; 2017: 198–213.  
Structural heart diseases. In: Alekyan B.G. (Ed.) X-ray endovascular surgery. National guidelines. In 4 vols. Vol. 4. Moscow: Litterra; 2017: 198–213 (in Russ.).
  24. Алекаян Б.Г., Пурсанов М.Г., Подзолков В.П., Григорьян А.М., Дадабаев Г.М., Сандодзе Т.С., Новак А.Я. Стентирование при коарктационном синдроме. *Эндоваскулярная хирургия.* 2015; 2: 32–44.  
Alekyan B.G., Pursanov M.G., Podzolkov V.P., Grigoryan A.M., Dadabaev G.M., Sandodze T.S., Novak A.Ya. Stenting in coarctation syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2015; 2: 32–44 (in Russ.).
  25. Kenny D., Hijazi Z.M. Coarctation of the aorta: from fetal life to adulthood. *Cardiol. J.* 2011; 18 (5): 487–95. DOI: 10.5603/cj.2011.0003
  26. Fruh S., Knirsch W., Dodge-Khatami A., Dave H., Pretre R., Kretschmar O. Comparison of surgical and interventional therapy of native and recurrent aortic coarctation regarding different age groups during childhood. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 39 (6): 898–904. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.09.048
  27. Bondanza S., Calevo M.G., Marasini M. Early and long-term results of stent implantation for aortic coarctation in pediatric patients compared to adolescents: a single center experience. *Cardiol. Res. Pract.* 2016; 2016: 4818307. DOI: 10.1155/2016/4818307
  28. Marshall A.C., Perry S.B., Keane J.F., Lock J.E. Early results and medium-term follow-up of stent implantation for mild residual or recurrent aortic coarctation. *Am. Heart J.* 2000; 139 (6): 1054–60. DOI: 10.1067/mhj.2000.106616
  29. Thanopoulos B.D., Giannakoulas G., Giannopoulos A., Galdo F., Tsaoussis G.S. Initial and six-year results of stent implantation for aortic coarctation in children. *Am. J. Cardiol.* 2012; 109 (10): 1499–503. DOI: 10.1016/j.amjcard.2012.01.365
  30. Алекаян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Горбачевский С.В., Макаренко В.Н., Синицин В.Е., Кипиани В.К. Стентирование сложных форм коарктации с помощью «СР» стентов с покрытием ePTFE. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2007; 4: 12–7.  
Alekyan B.G., Podzolkov V.P., Pursanov M.G., Gorbachevsky S.V., Marchenko V.N., Sinitsyn V.E., Kipiani V.K. Stenting of complex forms of coarctation using "CP" PTFE coated stents. *Children's Heart and Vascular Diseases.* 2007; 4: 12–7 (in Russ.).
  31. Пурсанов М.Г., Соболев А.В., Астраханцева Т.О. Случай успешного эндоваскулярного стентирования протяженного сужения перешейка аорты стентом с покрытием из ePTFE у больного с рекоарктацией аорты после баллонной ангиопластики и репротезирования митрального клапана. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2017; 59 (1): 51–5. DOI: 10.24022/0236-2791-2017-59-1-51-55  
Pursanov M.G., Sobolev A.V., Astrakhantseva T.O. A case of successful endovascular stenting of an extended narrowing of the isthmus of the aorta with an ePTFE-coated stent in a patient with aortic recoarctation after balloon angioplasty and mitral valve reprotetics. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2017; 59 (1): 51–5 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-2017-59-1-51-55
  32. Пурсанов М.Г., Абрамян М.А., Бедин А.В., Пардаев Д.Б. Редкий случай стентирования коарктации аорты у ребенка с массой тела менее 15 кг с помощью Covered CP Stent после анатомической коррекции транспозиции магистральных сосудов. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (1): 52–7. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-1-52-57  
Pursanov M.G., Abramyan M.A., Bedin A.V., Pardaev D.B. A rare case of aortic coarctation stenting in a child with a body weight of less than 15 kg using a Covered CP Stent after anatomical correction of the transposition of the great vessels. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (1): 52–7 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-1-52-57
  33. Kreutzer J., Rome J.J. Open-cell design stents in congenital heart disease: a comparison of IntraStent vs. Palmaz stents. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2002; 56 (3): 400–9. DOI: 10.1002/ccd.10180

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.12-007.-053.1-089.819.1

## Эндоваскулярное лечение артериовенозных мальформаций легких у пациентов после этапной гемодинамической коррекции сложных врожденных пороков сердца

Е.З. Голухова<sup>1</sup>, Б.Г. Алекян<sup>2</sup>, В.П. Подзолков<sup>1</sup>, М.Г. Пурсанов<sup>3</sup>, К.В. Петросян<sup>1✉</sup>, Г.М. Дадабаев<sup>1</sup>, Х.А. Хакимов<sup>1</sup>, А.В. Соболев<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>ГБУЗ города Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница ДЗМ» Москва, Российская Федерация

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

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

**Подзолков Владимир Петрович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заведующий отделением хирургии детей старшего возраста с ВПС (после трех лет); orcid.org/0000-0002-2863-2072

**Пурсанов Манолис Георгиевич**, д-р мед. наук, профессор, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1421-1795

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

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

**Хакимов Хуршид Анварович**, аспирант

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

### Резюме

**Цель исследования** – оценка эффективности эндоваскулярного лечения артериовенозных мальформаций легких в отдаленные сроки наблюдения.

**Материал и методы.** За период наблюдения с августа 2012 г. по август 2019 г. 33 пациентам (20 мужского пола и 13 – женского) была выполнена эмболизация и закрытие патологических артериовенозных мальформаций легких (АВМЛ). Возраст больных варьировал от 2 до 32 лет (в среднем 12,5±9,1 года). У 11 (33,3%) пациентов развитие артериовенозных мальформаций наблюдалось после выполнения операции Фонтена, у 22 (66,7%) – после операции Глена. Суммарно у 33 пациентов было выявлено 39 артериовенозных мальформаций легких.

У всех пациентов АВМЛ располагались в толще легочной паренхимы, из них у 9 (27,3%) – в одном легком, у 24 (72,7%) – в обоих. У 7 пациентов для эмболизации АВМЛ были использованы спирали (4 – Gianturco, 1 – Flipper, 1 – Azur, 1 – Hial+Tornado). Общее количество использованных спиралей для эмболизации АВМЛ составило 27 штук (в среднем – 3 спирали на 1 пациента).

В свою очередь, у 13 пациентов выполнено эндоваскулярное закрытие патологического сосудистого сообщения с помощью окклюдера (3 – Amplatzer Duct Occluder II, 7 – Amplatzer Vascular Plug, 3 – Amplatzer muscular VSD).

У 13 пациентов для закрытия АВМЛ были использованы окклюдеры и эмболизационные спирали (3 – Amplatzer Muscular VSD+Gianturco, 5 – Amplatzer Duct Occluder II+Gianturco, 5 – Amplatzer Duct Occluder II+ Flipper).

**Результаты.** Непосредственный технический успех процедуры был достигнут у всех пациентов, о чем свидетельствует отсутствие ассоциированных с доступом и процедурой осложнений, а также нулевые показатели летальности на фоне эмболизации/закрытия АВМЛ. Средняя продолжительность операции составила 71 ± 11,4 мин.

У 3 (9,1%) пациентов спустя 6,1 ± 2,8 мес после операции отмечалась частичная реканализация АВМЛ. Во всех случаях она носила асимптомный характер и была выявлена случайно, при плановом ангиокардиографическом зондировании.

При сравнительной оценке эффективности метода спиральной эмболизации и закрытия АВМЛ окклюдерами последнее оказалось более эффективным методом (R = 0,76, 95% ДИ 0,67–0,87) с точки зрения общего количества имплантируемых устройств.

Однако, оценивая частоту развития частичной реканализации АВМЛ при использовании методик закрытия дистального сегмента питающей артерии и закрытие «мешка» и дистальной питающей артерии, не было выявлено достоверных отличий (p = 0,13)

**Заключение.** В нашем исследовании использование различных окклюдирующих устройств (спиралей, окклюдеров) позволило добиться оптимального результата прекращения кровотока по питающей артерии без выявления процедуральных осложнений. Это прежде всего свидетельствует о высокой безопасности данной про-

цедуры, учитывая тот факт, что закрытие АВМЛ в нашей когорте выполнялось пациентам различного возраста и после ранее перенесенной кардиохирургической операции.

**Ключевые слова:** врожденные пороки сердца, легочные артериовенозные мальформации, спиральная эмболизация, закрытие окклюдером

**Для цитирования:** Голухова Е.З., Алекаян Б.Г., Подзолков В.П., Пурсанов М.Г., Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Хакимов Х.А., Соболев А.В. Эндоваскулярное лечение артериовенозных мальформаций легких у пациентов после этапной гемодинамической коррекции сложных врожденных пороков сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 330–40. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-330-340

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

Поступила 20.07.2023  
Принята к печати 24.08.2023

## Endovascular treatment of arteriovenous malformations of the lungs developed in patients after staged hemodynamic correction of complex congenital heart disease

*E.Z. Golukhova*<sup>1</sup>, *B.G. Alekryan*<sup>2</sup>, *V.P. Podzolkov*<sup>1</sup>, *M.G. Pursanov*<sup>3</sup>, *K.V. Petrosyan*<sup>1</sup>✉, *G.M. Dadabaev*<sup>1</sup>, *Kh.A. Khakimov*<sup>1</sup>, *A.V. Sobolev*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

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

<sup>3</sup>Morozovskaya Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

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

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

**Vladimir P. Podzolkov**, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Head of Department of Surgery for Older Children with Congenital Heart Defects (After Three Years); orcid.org/0000-0002-2863-2072

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

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

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

**Khurshid A. Khakimov**, Postgraduate

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

### Abstract

**Objective.** To evaluate the effectiveness of endovascular treatment of arteriovenous malformations of the lungs in the long-term follow-up.

**Material methods.** For the period from August 2012 to August 2019 33 patients (20 males and 13 females) underwent embolization and closure of pathological arteriovenous malformations of the lungs (AVML). The age of the patients varied from 2 to 32 years (mean  $12.5 \pm 9.1$ ). In 11 (33.3%) patients, the development of AVML was observed after Fontan's operation, in 22 (66.7%) – after Glen's operation. A total of 39 arteriovenous pulmonary malformations were identified in 33 patients.

In all patients, AVML was located in the thickness of the lung parenchyma. In 9 (27.3%) patients, AVML was observed in one lung, and in 24 (72.7%) – in both. In 7 patients, AVML embolization was performed with coils (4 – Gianturco, 1 – Flipper, 1 – Azur, 1 – Hilal + Tornado). The total number of coils used for AVML embolization was 27 pieces (on average, 3 coils per 1 patient).

In turn, 13 patients underwent endovascular closure of the pathological vascular communication with an occluder (3 – Amplatzer Duct Occluder II, 7 – Amplatzer Vascular Plug, 3 – Amplatzer muscular VSD).

In 13 patients, AVML was closed using an occluder and an embolization coil (3 – Amplatzer Muscular VSD+Gianturco, 5 – Amplatzer Duct Occluder II+Gianturco, 5 – Amplatzer Duct Occluder II+ Flipper).

**Results.** Immediate technical success of the procedure was achieved in all patients, as evidenced by the absence of access- and procedure-associated complications, as well as zero mortality rates following AVML embolization/closure. The mean operation time was  $71 \pm 11.4$  minutes.

In 3 (9.1%) patients, after  $6.1 \pm 2.8$  months, partial recanalization of AVML was noted. In all cases, it was asymptomatic and was detected by chance during routine angiocardiographic probing.

In a comparative assessment of the effectiveness of the method of spiral embolization and closure with occluders, closure of AVML with occluders turned out to be a more effective method ( $R = 0.76$ , 95% CI 0.67–0.87) from the point of view of comparing the total number of implantable devices.

However, when evaluating the frequency of development of partial AVML recanalization using the methods of closing of the distal segment of the feeding artery and closing of the nidus and distal feeding artery, no significant differences were found ( $p = 0.13$ ).

**Conclusion.** In our study, we used both isolated occlusive surgeries with the use of coils or occluders and combined ones with the use of both types of occlusive devices to achieve the optimal result of cessation of blood flow in the feed-

ing artery without identifying procedural complications. This, first of all, indicates the high safety of this procedure, given the fact that AVML closure in our cohort was performed in patients of different ages and after previous cardiac surgery.

**Keywords:** congenital heart diseases, pulmonary arteriovenous malformations, coil embolization, occluder closure

**For citation:** Golukhova E.Z., Alekyan B.G., Podzolkov V.P., Pursanov M.G., Petrosyan K.V., Dadabaev G.M., Khakimov Kh.A., Sobolev A.V. Endovascular treatment of arteriovenous malformations of the lungs developed in patients after staged hemodynamic correction of complex congenital heart disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 330–40 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-330-340

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

Received July 20, 2023  
Accepted August 24, 2023

## Введение

Легочные артериовенозные мальформации (АВМЛ), или фистулы, – это редкая патология, характеризующаяся прямыми аномальными сообщениями между легочными артериями и венами (минуя капилляры). Они могут быть как врожденными (изолированными), так и приобретенными, возникать при заболеваниях печени, а также у больных со сложными ВПС, подвергшимися неполной гемодинамической коррекции, когда кровь из печеночных вен, минуя легочный кровоток, дренируется в левые отделы сердца. Частота встречаемости артериовенозных фистул легких составляет 0,3–0,5% от всех известных пороков развития сердечно-сосудистой системы. Патогенетический механизм формирования врожденных АВМЛ не до конца ясен, однако, согласно ведущей теории, их развитие связывают с нарушением формирования первичных сосудов легочного круга кровообращения в эмбриональном и раннем постнатальном периодах. Продолжаются дискуссии по поводу причины и патогенеза формирования АВМЛ у пациентов после гемодинамической коррекции сложных ВПС. Диагностические критерии для АВМЛ требуют наличия как питающей артерии, так и дренирующей вены, идущей к сосудистой аномалии и от нее [1–4].

Для рентгенэндоваскулярной хирургии наиболее всего подходит классификация АВМЛ, предложенная R.I. White et al., в которой различают [5, 6]:

– простые (прямые) артериовенозные мальформации – представлены одной приводящей артерией, аневризматически расширенным сосудистым участком (мешок мальформации) без внутренних перегородок и одной отводящей веной;

– сложные артериовенозные фистулы – представлены двумя или более приводящими артериями, отводящими венами и ветвистым,

разделенным множественными внутренними перегородками телом фистулы;

– ангиоматозные, диффузные артериовенозные фистулы – множественные мелкие соустья на прекапиллярном уровне;

– телангиэктатические артериовенозные фистулы.

Как правило, не наблюдается значительной тенденции к увеличению данных мальформаций в размерах. При проведении исследования с использованием компьютерной томографии, совместно с серийными измерениями газов артериальной крови, отмечалось, что изменения степени сброса справа налево и размера мальформаций являются гемодинамически и морфологически незначительными на протяжении 3–4 лет [3, 7].

Важно подчеркнуть, что в ходе анализа динамики развития и изменений АВМЛ у беременных фиксировалось постепенное увеличение их размера с разной скоростью в обоих легких. В связи с этим предполагается, что молодых женщин – родственников больных пациентов или членов семей с наследственной геморрагической телеангиэктазией необходимо обследовать, чтобы исключить бессимптомные пороки развития [3].

Именно сброс крови справа налево вызывает клинические симптомы АВМЛ и приводит к развитию гипоксии, одышки, цианоза и полицитемии. Кроме того, отсутствие фильтрационной функции из-за отсутствия капиллярных пластов может спровоцировать развитие парадоксальной эмболии и привести к абсцессу или инфаркту мозга. Примечательно, что у большинства пациентов (70%) с диффузной АВМЛ в анамнезе отмечается ишемия или абсцесс головного мозга, это позволяет предположить, что распространенность парадоксальной церебральной эмболии может зависеть от общей площади поверхности всех венозно-артериальных каналов, которые способствуют формированию и миграции эмболов. Легочная артериальная

гипертензия встречается с большей частотой в семьях с наследственной геморрагической телеангиэктазией вследствие генетической мутации в том же семействе белков [1, 3, 7].

### Методика закрытия артериовенозных мальформаций

По рекомендациям Американской ассоциации кардиологов, транскатетерные методы лечения показаны для закрытия дискретных (II тип АВМЛ по классификации Anabtawi) легочных артериовенозных фистул у пациентов с признаками значимого цианоза и группы риска (класс рекомендаций I, уровень доказательности B) [1].

Независимо от симптоматики транскатетерное закрытие рекомендуется выполнять всем больным с дискретными формами артериовенозных фистул диаметром 3 мм и более. При множественных генерализированных (диффузных) артериовенозных микрофистулах транскатетерное закрытие не рекомендуется. Транскатетерные методики при лечении дискретных артериовенозных фистул легких сопровождаются хорошими непосредственными и отдаленными результатами. С внедрением в клиническую практику окклюдеров возможности транскатетерного закрытия фистул расширились, о чем свидетельствует наш собственный опыт [8–11].

При диаметре фистулы менее 2,5–3,0 мм в качестве окклюдирующего устройства применялись спирали Gianturco. При этом спираль подбиралась таким образом, чтобы ее диаметр в 2 раза превышал диаметр фистул. Эмболизация вено-венозных фистул идентична методике эмболизации аортолегочных коллатеральных артерий [8, 9, 12, 13].

При диаметре фистулы более 2,5–3,0 мм применяли окклюдеры, предназначенные для закрытия открытого артериального протока и мышечного дефекта межжелудочковой перегородки. Диаметр используемого окклюдера

должен на 30% превышать диаметр фистулы [8, 11, 12, 14, 15].

Сосудистый доступ выполняется пункционно, по методике Сельдингера, с постановкой интродьюсера в общую бедренную вену. У маловесных пациентов или пациентов после перенесенных эндоваскулярных процедур пункцию общей бедренной вены целесообразно проводить под ультразвуковым контролем. Селективная катетеризация питающей артерии осуществляется диагностическими катетерами конфигурации Pig, Judkins Right 3,5–4 тип-размера от 4 до 6 Fg в зависимости от роста и массы тела пациента [1, 11, 12, 14, 16, 17].

В случае эмболизации АВМЛ спиралью предпочтительно использовать диагностический катетер 4–6 Fg конфигурации JR 4. Дистальный кончик катетера проводят к оптимальной зоне имплантации спирали (обычно дистальный сегмент питающей артерии). Далее спираль загружают в дистальный конец диагностического катетера, с учетом правил профилактики воздушной эмболии. В случае применения неуправляемой спирали 0,035” в качестве авансера используется жесткий конец 0,035”. Управляемая спираль монтируется на специальный авансер с микровинтовой системой, идущей в комплекте с управляемой спиралью (рис. 1). После достижения оптимального места имплантации спираль фиксируют в просвете сосуда и, после контрольной серии, отсоединяют от авансера [18–21].

В случае закрытия АВМЛ окклюдером выполняются аналогичные шаги по катетеризации питающей артерии с использованием диагностических катетеров конфигурации Judkins Right или Pig. Далее осуществляется замена диагностического катетера по проводнику 0,035” повышенной жесткости длиной 260 см на систему доставки для окклюдера 7–9 Fg. Крайне важно использовать жесткий проводник для беспрепятственного проведения системы доставки.

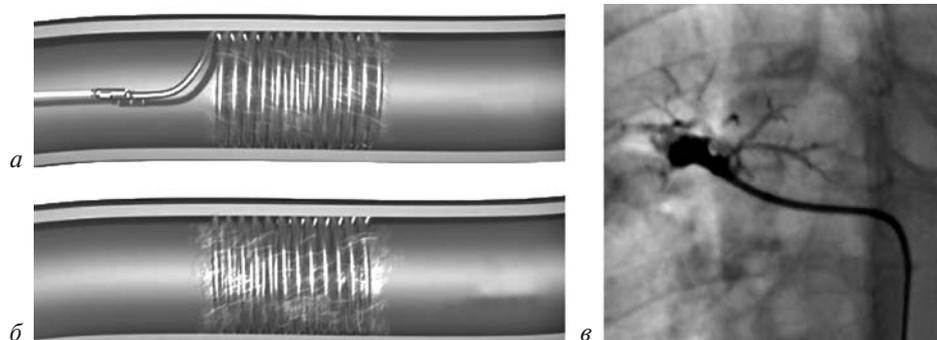


Рис. 1. Процесс позиционирования управляемой спирали в просвете питающей артерии:

*а* – управляемая спираль, смонтированная на авансер с помощью микровинтовой системы; *б* – спираль в просвете сосуда после отсоединения микровинтовой системы; *в* – ангиографический результат

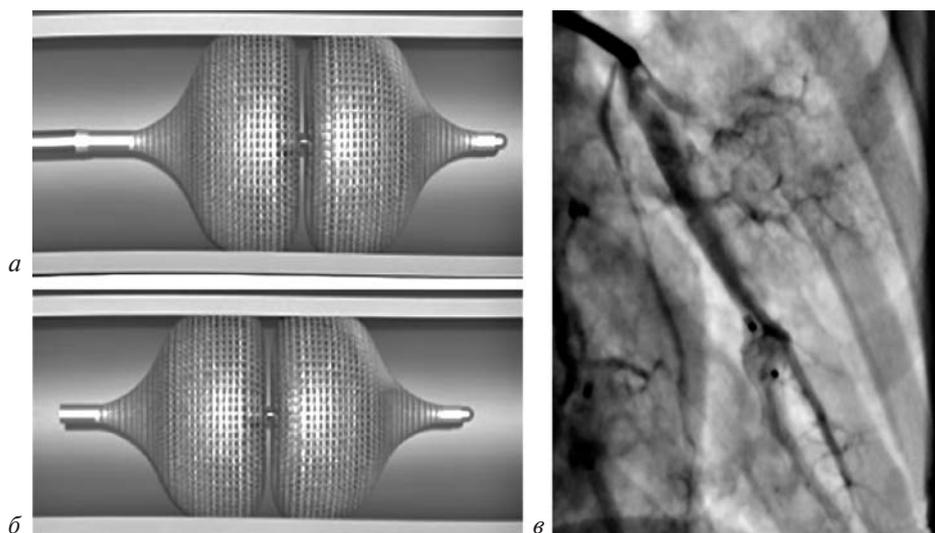


Рис. 2. Процесс позиционирования окклюдированного устройства в просвете питающей артерии:

*a* – окклюдер смонтирован на авансере с помощью системы крепления; *б* – окклюдер в свободном состоянии в просвете питающей артерии после контрольной ангиографической серии; *в* – ангиографический результат

Дистальный конец доставляющей системы важно расположить максимально близко к зоне имплантации. Затем на специальном авансере проводится окклюдер к зоне имплантации. После раскрытия окклюдера выполняется контрольная ангиографическая серия, после чего окклюдер отсоединяют от системы доставки (рис. 2) [22–25].

При наличии выраженного резидуального сброса после имплантации устройства эмболизации/закрытия необходимо применение добавочных устройств для достижения желаемого результата: мультиспиральной эмболизации, сочетания окклюдера и спирали, сочетания нескольких окклюдеров (возрастает риск развития эритроцитарного гемолиза).

Основными показателями эффективности процедуры закрытия/эмболизации АВМЛ являются минимальный резидуальный сброс на устройстве закрытия при контрольной контрастной ангиографической серии или его отсутствие, а также увеличение насыщения артериальной крови кислородом по данным интраоперационного сатурометра [26–28].

После подтверждения результативности закрытия АВМЛ доставляющая система или диагностический катетер удаляются из бассейна легочных артерий и из тела пациента на 0,035” тефлоновом проводнике обычной жесткости. После чего извлекают интродьюсер с осуществлением компрессионного, мануального гемостаза. Учитывая, что в качестве сосудистого доступа используется общая бедренная вена, компрессионное воздействие важно осуществлять как дистальнее, так и проксимальнее места постановки интродьюсера. После верификации состоятельности местного гемостаза на зону со-

судистого доступа накладывается стерильная повязка, которая фиксируется компрессионным валиком и бинтом [1, 8, 23]. Тяжелая легочная гипертензия остается относительным, если не абсолютным противопоказанием к эмболизации.

## Материал и методы

За период с августа 2012 г. по август 2019 г. в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ у 33 больных (20 мужского пола и 13 – женского) были выполнены эмболизация и закрытие патологических АВМЛ. Возраст больных варьировал от 2 до 32 лет (в среднем  $12,5 \pm 9,1$  года). У 11 (33,3%) пациентов развитие АВМЛ наблюдалось после выполнения операции Фонтена, у 22 (66,7%) – после операции Гленна. Суммарно у 33 пациентов было выявлено 39 артериовенозных мальформаций легких.

Сводные данные об общем количестве имплантируемых устройств и характеристике процедуры представлены в таблице 1.

У 6 (18,2%) из 33 пациентов в анамнезе отмечалась наследственная геморрагическая телеангиоэктазия (НГТ), установленная в детском возрасте на основании профузных, персистирующих носовых кровотечений. Однако, учитывая специфическую популяцию данного исследования, в нашей когорте не было выявлено прямой взаимосвязи ( $p=0,667$ ) между НГТ и развитием АВМЛ, что свидетельствует о гемодинамическом аспекте развития мальформаций.

Все 33 пациента ранее подвергались паллиативной гемодинамической коррекции в рамках хирургического лечения сложных врожденных пороков сердца (табл. 2).

Таблица 1

**Сводные данные об общем количестве имплантированных устройств закрытия  
и общая характеристика выявленных мальформаций**

Показатель	Спирали и микроспирали	Окклюдеры	Спираль + окклюдер
Число больных	7	13	13
Средний возраст, лет	10,7 ± 8,3	9,32 ± 4,6	11,4 ± 7,3
Ранее выполненные оперативные вмешательства, n (%)			
операция Гленна	5 (71,4)	9 (69,2)	8 (61,5)
операция Фонтена	2 (28,6)	4 (30,8)	5 (38,5)
Количество мальформаций	10	13	16
Количество имплантируемых устройств	27	13	19 ± 16
Диаметр фистулы, мм			
min–max	2,0–3,0	4,0–14,0	–
M ± SD		9,3 ± 5,2	

Таблица 2

**Сводные данные о ранее выполненных хирургических пособиях,  
направленных на гемодинамическую коррекцию сложных ВПС**

ВПС	Анастомоз Гленна	Операция Фонтена
Двухоточный правый желудочек	7	6
Атрезия трикуспидального клапана	9	7
Синдром гипоплазии левых отделов сердца	2	1
Синдром гипоплазии правых отделов сердца	–	1

Усредненный временной интервал между выполнением кардиохирургической операции и развитием сосудистой аномалии составил  $3,42 \pm 1,7$  года.

У всех пациентов АВМЛ располагались в толще легочной паренхимы. У 9 (27,3%) (5 – в правом, 4 – в левом) пациентов АВМЛ отмечались в одном легком, а у 24 (72,7%) – в обоих. У 7 пациентов эмболизация АВМЛ выполнена спиралью (4 – Gianturco, 1 – Flipper, 1 – Azur, 1 – Hilal+Tornado). Общее количество используемых спиралей для эмболизации АВМЛ составило 27 штук (в среднем 3 спирали на 1 пациента).

В свою очередь, у 13 пациентов проведено эндоваскулярное закрытие патологического сосудистого сообщения окклюдером (3 – Amplatzer Duct Occluder II, 7 – Amplatzer Vascular Plug, 3 – Amplatzer muscular VSD).

У 13 пациентов закрытие АВМЛ осуществлялось с использованием окклюдера и эмболизационной спирали (3 – Amplatzer Muscular VSD+ Gianturco, 5 – Amplatzer Duct Occluder II+ Gianturco, 5 – Amplatzer Duct Occluder II+ Flipper).

Эндоваскулярная операция закрытия АВМЛ выполнялась по двум методикам: закрытие дистального сегмента питающей артерии (ЗДПА) и закрытие «мешка» и дистальной питающей

артерии (ЗМидПА). Так, в группу ЗДПА были включены 15 (45,5%), в группу ЗМидПА – 18 (54,5%) больных. В качестве основного сосудистого доступа у 32 (96,97%) пациентов была использована общая бедренная вена; в 1 (3,03%) случае ввиду билатерального илеофemorального тромбоза в качестве сосудистого доступа была использована яремная вена справа.

Сводные данные о методе закрытия АВМЛ и количестве имплантируемых устройств представлены в таблице 3.

Усредненный показатель SpO<sub>2</sub> до операции составил  $82 \pm 0,1\%$ , среднее давление в легочной артерии  $13,5 \pm 4,7$  мм рт. ст.

Сроки выполнения рентгенэндоваскулярного закрытия и/или эмболизации патологических легочных мальформаций колебались от 6 дней до 18 лет после операции гемодинамической коррекции Фонтена и от 2 до 8 лет – после операции Гленна.

У 8 пациентов помимо закрытия мальформаций также выполнялись дополнительные рентгенэндоваскулярные вмешательства, направленные на улучшение качества жизни пациентов. В 6 случаях одномоментно проводились следующие вмешательства: эмболизация аортолегочных коллатеральных артерий, баллонная дилатация предсердно-легочного соустья.

**Сводные данные пациентов и характеристика вмешательств в зависимости от метода закрытия/эмболизации АВМЛ**

Показатель	ЗДПА	ЗМиДПА	P
Число пациентов	15	18	0,80
Количество мальформаций	18	21	0,256
Наследственная геморрагическая телеангиоэктазия в анамнезе	3/15	8/18	0,274
Ангиографические характеристики АВМЛ			
простые	10/18	–	0,02
сложные	8/18	21/21	
мешотчатые	6/18	21/21	0,029
безмешотчатые	12/18	–	
Диаметр питающей артерии, мм			
менее 3	7/18	1/21	0,007
более 3	11/18	20/21	
Количество спиралей	20	26	0,086
Количество окклюдеров	8	21	0,005

В двух случаях перед закрытием фистул выполнялось стентирование экстракардиального кондуита.

### Результаты

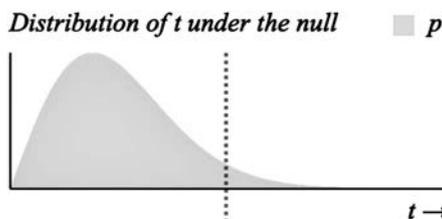
По данным ангиометрии, диаметр артериовенозных мальформаций в среднем составлял  $9,2 \pm 5,2$  мм.

Во всех случаях удалось полностью закрыть фистулы, что подтверждалось как при контрольной ангиографии, так и по показателям насыщения артериальной крови кислородом. По данным контрольной ангиопульмографии, подтверждено отсутствие ( $n = 30$ ; 90,9%) или незначительный ( $n = 3$ ; 9,1%) резидуальный

сброс по питающей артерии – без заполнения мешка мальформации и наличия сброса по венозному руслу. Насыщение артериальной крови кислородом после закрытия/эмболизации АВМЛ возросло в среднем с  $74,75 \pm 5,6$  до  $89,86 \pm 3,98\%$  (Student's T-Test,  $t(33) = 12,452$ ,  $C = 2,292$ ,  $p < 0,001$ ) (рис. 3).

Непосредственный технический успех процедуры был достигнут у всех пациентов, о чем свидетельствуют отсутствие ассоциированных с доступом и процедурой осложнений, а также нулевые показатели летальности на фоне эмболизации/закрытия АВМЛ.

Спустя  $6,1 \pm 2,8$  мес у 3 (9,1%) пациентов была отмечена частичная реканализация АВМЛ.



VAR	N	Mean	Std Dev	Variance	Minimum	Maximum
(1)	33	74.75000	5.59954	31.35484	65.00000	88.00000
(2)	33	89.87500	3.98181	15.85484	81.00000	97.00000

#### Means Report

VAR	Mean	95% LCL	95% UCL
(1)	74.75000	72.73115	76.76885
(2)	89.87500	88.43940	91.31060

Mean Difference (1-2)                    -15.12500    12.69701    17.55299

t-test assuming equal variances (homoscedastic)

Hypothesized Mean Difference    0.00000

Mean Difference                    -15.12500

Pooled Variance                    23.60484

Test Statistic                        12.45245

Degrees of Freedom                62

Рис. 3. Графическое отображение статистического анализа динамики изменения показателя SpO<sub>2</sub>

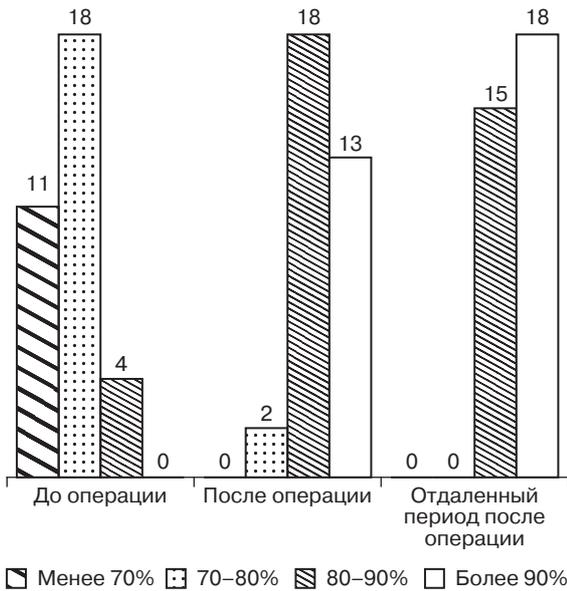


Рис. 4. Изменения показателя SpO<sub>2</sub> непосредственно после операции и в отдаленном периоде

Во всех случаях она носила асимптомный характер и была выявлена случайно, при плановом ангиокардиографическом зондировании.

При проведении контрольного ангиокардиографического исследования в среднеотдаленном периоде (от 6 до 8 мес, в среднем спустя  $6,1 \pm 2,8$  мес) отмечалось увеличение показателя SpO<sub>2</sub> на  $4 \pm 0,1\%$  (Paired Student's T-Test,  $t(33) = 13,134$ ,  $C = 1,993$ ,  $p < 0,001$ ). Так, до операции показатель SpO<sub>2</sub> менее 70% отмечался у 11 (33,33%) пациентов, от 70 до 80% – у 18 (54,55%), от 80 до 90% – у 4 (12,12%). Показатель SpO<sub>2</sub> более 90% не отмечен ни у одного из пациентов. Непосредственно после закры-

тия/эмболизации показатель SpO<sub>2</sub> от 70 до 80% зафиксирован у 2 (6,1%) пациентов, от 80 до 90% – у 18 (54,5%), более 90% – у 13 (39,4%) пациентов. Показатель SpO<sub>2</sub> менее 70% не был зарегистрирован. При контрольном ангиографическом исследовании в отдаленном периоде у подавляющего большинства пациентов показатель SpO<sub>2</sub> отмечался в пределах 80–90% и более 90% ( $n = 15$  (45,5%) и  $n = 18$  (54,5%) соответственно). В свою очередь, показатель SpO<sub>2</sub> менее 80% не был отмечен ни у кого из пациентов (рис. 4).

Существенных изменений показателей среднего давления в легочной артерии в динамике не наблюдалось.

Оценка эффективности оказания эндоваскулярной помощи пациентам с АВМЛ выполнялась с использованием метода ANNOVA. Эндоваскулярное закрытие и эмболизация сосудистых мальформаций легких оказалась достоверно эффективным методом ( $p < 0,001$ ,  $r(62) = 0,505$ ,  $C = 0,279$ ), сопряженным с минимальным количеством осложнений ( $p < 0,001$ ;  $r(29) = 0,945$ ;  $C = 0,401$ ).

При сравнительной оценке эффективности метода спиральной эмболизации и закрытия окклюдерами закрытие АВМЛ окклюдерами оказалось более эффективным методом ( $R = 0,76$ , 95% ДИ 0,67–0,87) с точки зрения общего количества имплантируемых устройств.

Однако, оценивая частоту развития частичной реканализации АВМЛ при использовании методик закрытия ЗДПА и ЗМидПА, не было выявлено достоверных отличий ( $p = 0,13$ ) (рис. 5).

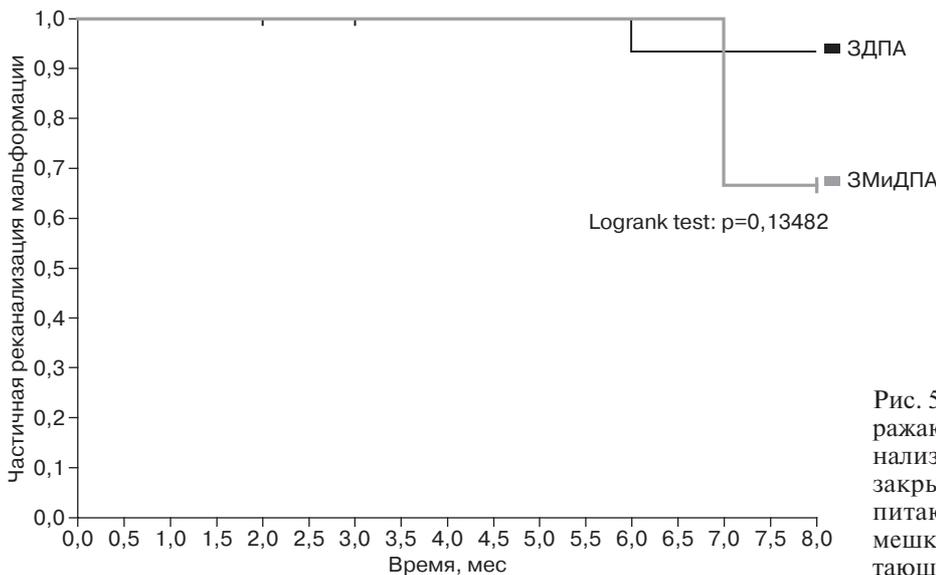


Рис. 5. Кривая Kaplan–Meier, отображающая частоту частичной реканализации АВМЛ между группами закрытия дистального сегмента питающей артерии и закрытия мешка и дистального сегмента питающей артерии

У 3 (9,1%) пациентов спустя  $6,1 \pm 2,8$  мес произошла частичная реканализация АВМЛ. В 1 случае частичная реканализация отмечена в группе ЗДПА, в 2 случаях – в группе ЗМиДПА. Во всех случаях реканализация носила асимптомный характер и была выявлена случайно, при плановом ангиокардиографическом зондировании. Диаметр приносящей артерии во всех случаях частичной реканализации АВМЛ превышал 9 мм.

Результативность эндоваскулярного лечения оценивалась также исходя из соображений изменения функционального класса сердечной недостаточности по шкале NYHA при контрольной госпитализации. Так, исходно, основываясь на выраженности клинических проявлений, 17 пациентов имели II (а) функциональный класс, 5 – II (б) и 11 пациентов – III (а) функциональный класс.

Спустя  $6,1 \pm 2,8$  мес после эндоваскулярного закрытия, эмболизации АВМЛ отмечалась достоверная ( $F(7, 69) = 26,655$ ,  $C = 2,145$ ,  $p < 0,001$ ) положительная динамика в изменении функционального класса сердечной недостаточности: I функциональный класс был у 31 пациента, II (а) функциональный класс – у 2 пациентов.

### Обсуждение

Согласно данным мировой литературы, наиболее частым осложнением при эмболизации АВМЛ является преходящий плеврит, который возникает в 10% случаев и может развиваться изолированно, при отсутствии инфаркта легкого. Риски увеличиваются на фоне околодиафрагмальных или диффузных АВМЛ. Редким осложнением является парадоксальная воздушная или тромбоемболия. Особого внимания требует массивное легочное кровотечение из системных артериальных коллатералей, которое может развиваться в течение нескольких месяцев после эмболизации. В нашем исследовании отмечался нулевой показатель летальности, а также ассоциированных с процедурой и доступом осложнений. Эндоваскулярное закрытие и эмболизация сосудистых мальформаций легких оказалась достоверно эффективным методом ( $p < 0,001$ ,  $r(62) = 0,505$ ,  $C = 0,279$ ), сопряженным с минимальным количеством осложнений ( $p < 0,001$ ;  $r(29) = 0,945$ ;  $C = 0,401$ ). У пациентов после гемодинамической коррекции сложных ВПС развитие АВМЛ мы ассоциируем в первую очередь с гемодинамической реорга-

низацией легочного и системного кровотока, способствующих пролиферации вазоактивных, ангиогенных компонентов, приводящих к дилатации и пролиферативному росту легочных артерий. Данная ситуация наблюдается в основном у пациентов после кавапульмонального анастомоза, что обусловлено снижением детоксикационной функции печени и, как следствие, нарушением путей метаболизма вышеописанных веществ.

В своем исследовании мы прибегли к использованию двух общепризнанных методик эндоваскулярного лечения АВМЛ – закрытие дистального сегмента питающей артерии и закрытие мешка мальформации и дистального сегмента питающей артерии [11, 13, 15]. Несмотря на то что спустя  $6,1 \pm 2,8$  мес из 3 случаев частичной реканализации АВМЛ два были отмечены после ЗМиДПА, не было выявлено достоверных отличий между методиками ( $p = 0,542$ ).

Существует достаточно большой спектр окклюдующих устройств, применяемых для закрытия сосудистых сообщений, однако наиболее приемлемыми являются ворсинчатые спирали и окклюдеры по типу сосудистых плавов или окклюдеры для закрытия открытого артериального протока [11, 14].

В свою очередь, при сравнительной оценке эффективности метода спиральной эмболизации и закрытия АВМЛ окклюдерами последний оказался более эффективным методом ( $R = 0,76$ , 95% ДИ 0,67–0,87) в плане общего количества имплантируемых устройств. Полученный результат является достоверным, однако не может быть обобщающим для всей когорты пациентов с АВМЛ, поскольку в нашем исследовании большинство мальформаций имели питающую артерию диаметром более 3 мм ( $p = 0,007$ ), а преобладающее большинство сложных мальформаций было в исследуемой группе ( $p = 0,02$ ).

Также в контексте эффективности эндоваскулярного лечения АВМЛ у пациентов после этапной коррекции сложных ВПС важно отметить существенное улучшение качества жизни, о чем свидетельствует изменение функционального класса сердечной недостаточности. Согласно полученным нами результатам, произошло существенное снижение функционального класса сердечной недостаточности у всех 33 пациентов ( $F(7, 69) = 26,655$ ,  $C = 2,145$ ,  $p < 0,001$ ). Эти данные сопоставимы с данными мировой литературы, особенно у пациентов с развитием АВМЛ на фоне НГТ. Это косвенно может сви-

детельствовать о том, что, несмотря на различный патофизиологический механизм формирования мальформаций, их гемодинамический эффект является идентичным и в существенной мере ухудшает качество жизни пациентов разных возрастных групп [11, 18, 20].

### Заключение

С морфологической точки зрения артериовенозные мальформации легких представляют собой аномальные сосудистые структуры, которые чаще всего соединяют легочную артерию с легочной веной, таким образом обходя легочное капиллярное русло и приводя к формированию внутрилегочного сброса справа налево. У пациентов с НГТ артериовенозные мальформации носят в основном диффузный и множественный характер, в связи с чем объем оказания медицинской помощи может быть расширен вплоть до радикальной сегментарной или долевой пульмонэктомии. В свою очередь, у пациентов после операции Гленна и Фонтена артериовенозные мальформации в большинстве случаев являются морфологически простыми и представлены единичными образованиями, что обуславливает преимущество эндоваскулярных методов лечения над «большими» открытыми операциями.

В данной статье представлен крупнейший опыт эндоваскулярного лечения АВМЛ у пациентов после этапной гемодинамической коррекции сложных ВПС, с достоверно доказанной эффективностью и безопасностью проведенного лечения.

### Литература/References

1. Пурсанов М.Г., Дадабаев Г.М., Алекян Б.Г. Закрытие легочных артериовенозных фистул. В кн.: Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. М.: Литтерра; 2017; 1: 478–86.  
Pursanov M.G., Dadabaev G.M., Alekyan B.G. Closure of pulmonary arteriovenous fistulas. In: Endovascular Surgery. National Guideline. Moscow: Litterra; 2017; 1: 478–86 (in Russ.).
2. McDonald J., Stevenson D.A. Hereditary hemorrhagic telangiectasia. Seattle (WA): University of Washington; 1993–2023. PMID: 20301525.
3. Anderson R.H., Baker E.J., Redington A., Rigby M.L., Penny D., Wernovsky G. Paediatric cardiology. 3rd Edition. Churchill Livingstone; 2009: 1048–52.
4. Dupuis-Girod S., Ginon I., Saurin J.C., Marion D., Guillot E., Decullier E. et al. Bevacizumab in patients with hereditary hemorrhagic telangiectasia and severe hepatic vascular malformations and high cardiac output. *JAMA*. 2012; 307 (9): 948–55. DOI: 10.1001/jama.2012.250
5. White R.I. Jr, Lynch-Nyhan A., Terry P., Buescher P.C., Farmlett E.J., Charnas L. et al. Pulmonary arteriovenous malformations: techniques and long-term outcome of embolotherapy. *Radiology*. 1988; 169 (3): 663–9. DOI: 10.1148/radiology.169.3.186989
6. White R.I. Jr, Mitchell S.E., Barth K.H., Kaufman S.L., Kadir S., Chang R., Terry P.B. Angioarchitecture of pulmonary arteriovenous malformations: an important consideration before embolotherapy. *Am. J. Roentgenol*. 1983; 140 (4): 681–6. DOI: 10.2214/ajr.140.4.681
7. Remy J., Remy-Jardin M., Wattinne L., Deffontaines C. Pulmonary arteriovenous malformations: evaluation with CT of the chest before and after treatment. *Radiology*. 1992; 182 (3): 809–16. DOI: 10.1148/radiology.182.3.1535899
8. Алекян Б.Г., Пурсанов М.Г., Зеленкин М.М., Ковалев Д.В., Дадабаев Г.М. Рентгенэндоваскулярные вмешательства при артериальной гипоксемии у пациентов после операции Фонтена. *Детские болезни сердца и сосудов*. 2012; 9 (1): 74–8.  
Alekyan B.G., Pursanov M.G., Zelenikin M.M., Kovalev D.V., Dadabaev G.M. X-ray endovascular interventions for arterial hypoxemia in patients after Fontan operation. *Children's Heart and Vascular Diseases*. 2012; 9 (1): 74–8 (in Russ.).
9. Adachi A., Ohta K., Jahangiri Y., Matsui Y., Horikawa M., Geeratikun Y. et al. Treatment of pulmonary arteriovenous malformations: clinical experience using different embolization strategies. *Jpn. J. Radiol*. 2020; 38 (4): 382–6. DOI: 10.1007/s11604-019-00916-1
10. Beck A., Dagan T., Matitiau A., Bruckheimer E. Transcatheter closure of pulmonary arteriovenous malformations with amplatzer devices. *Catheter. Cardiovasc. Interv*. 2006; 67 (6): 932–7. DOI: 10.1002/ccd.20728
11. Chamrathy M.R., Park H., Sutphin P., Kumar G., Lamus D., Saboo S. et al. Pulmonary arteriovenous malformations: endovascular therapy. *Cardiovasc. Diagn. Ther*. 2018; 8 (3): 338–49. DOI: 10.21037/cdt.2017.12.08
12. Anabtawi I.N., Ellison R.G., Ellison L.T. Pulmonary arteriovenous aneurysms and fistulas. Anatomical variations, embryology, and classification. *Ann. Thorac. Surg*. 1965; 1: 277–85. DOI: 10.1016/s0003-4975(10)66755-0
13. Dutton J.A., Jackson J.E., Hughes J.M., Whyte M.K., Peters A.M., Ussov W., Allison D.J. Pulmonary arteriovenous malformations: results of treatment with coil embolization in 53 patients. *Am. J. Roentgenol*. 1995; 165 (5): 1119–25. DOI: 10.2214/ajr.165.5.7572487
14. Circo S., Gossage J.R. Pulmonary vascular complications of hereditary haemorrhagic telangiectasia. *Curr. Opin. Pulm. Med*. 2014; 20 (5): 421–8. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000076
15. Cusumano L.R., Duckwiler G.R., Roberts D.G., McWilliams J.P. Treatment of recurrent pulmonary arteriovenous malformations: comparison of proximal versus distal embolization technique. *Cardiovasc. Intervent. Radiol*. 2020; 43 (1): 29–36. DOI: 10.1007/s00270-019-02328-0
16. Dinkel H.P., Triller J. Pulmonary arteriovenous malformations: embolotherapy with superselective coaxial catheter placement and filling of venous sac with Guglielmi detachable coils. *Radiology*. 2002; 223 (3): 709–14. DOI: 10.1148/radiol.2233010953
17. Duvnjak S., Di Ciesco C.A., Andersen P.E. Preliminary experience with the micro vascular plug for the treatment of pulmonary arteriovenous malformation: case series of four patients. *CVIR Endovasc*. 2018; 1 (1): 19. DOI: 10.1186/s42155-018-0027-z
18. Pollak J.S., Saluja S., Thabet A., Henderson K.J., Denbow N., White R.I. Jr. Clinical and anatomic outcomes after embolotherapy of pulmonary arteriovenous malformations. *J. Vasc. Interv. Radiol*. 2006; 17 (1): 35–44; quiz 45. DOI: 10.1097/01.RVI.0000191410.13974.B6
19. Stein E.J., Chittams J.L., Miller M., Trerotola S.O. Persistence in coil-embolized pulmonary arteriovenous malformations with feeding artery diameters of 3 mm or less: a retrospective single-center observational study. *J. Vasc. Interv. Radiol*. 2017; 28 (3): 442–9. DOI: 10.1016/j.jvir.2016.11.093
20. Shimohira M., Kawai T., Hashizume T., Ohta K., Nakagawa M., Ozawa Y. et al. Reperfusion rates of pulmonary arteriovenous malformations after coil embolization: evaluation with time-resolved MR angiography or pulmonary angiography. *J. Vasc. Interv. Radiol*. 2015; 26 (6): 856–64.e1. DOI: 10.1016/j.jvir.2015.02.016
21. Roberts D.G., Sparks H.D., Cusumano L.R., Mathevosian S., Duckwiler G.R., McWilliams J.P. Comparison of feeding-

- artery-only versus nidus-plus-feeding-artery embolization of pulmonary arteriovenous malformations. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2021; 32 (7): 993–1001. DOI: 10.1016/j.jvir.2021.01.271
22. Narsinh K.H., Ramaswamy R., Kinney T.B. Management of pulmonary arteriovenous malformations in hereditary hemorrhagic telangiectasia patients. *Semin. Intervent. Radiol.* 2013; 30 (4): 408–12. DOI: 10.1055/s-0033-1359736
  23. Kavarana M.N., Jones J.A., Stroud R.E., Bradley S.M., Ikonomidis J.S., Mukherjee R. Pulmonary arteriovenous malformations after the superior cavopulmonary shunt: mechanisms and clinical implications. *Expert. Rev. Cardiovasc. Ther.* 2014; 12 (6): 703–13. DOI: 10.1586/14779072.2014.912132
  24. Tau N., Atar E., Mei-Zahav M., Bachar G.N., Dagan T., Birk E., Bruckheimer E. Amplatzer vascular plugs versus coils for embolization of pulmonary arteriovenous malformations in patients with hereditary hemorrhagic telangiectasia. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2016; 39 (8): 1110–4. DOI: 10.1007/s00270-016-1357-7
  25. Terrotola S.O., Pyeritz R.E. Does use of coils in addition to amplatzer vascular plugs prevent recanalization? *Am. J. Roentgenol.* 2010; 195 (3): 766–71. DOI: 10.2214/AJR.09.3953
  26. Kennedy S.A., Faughnan M.E., Vozoris N.T., Prabhudesai V. Reperfusion of pulmonary arteriovenous malformations following embolotherapy: a randomized controlled trial of detachable versus pushable coils. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2020; 43 (6): 904–9. DOI: 10.1007/s00270-020-02422-8
  27. Makimoto S., Hiraki T., Gobara H., Fujiwara H., Iguchi T., Matsui Y. et al. Association between reperfusion and shrinkage percentage of the aneurysmal sac after embolization of pulmonary arteriovenous malformation: evaluation based on contrast-enhanced thin-section CT images. *Jpn. J. Radiol.* 2014; 32 (5): 266–73. DOI: 10.1007/s11604-014-0301-5
  28. Milic A., Chan R.P., Cohen J.H., Faughnan M.E. Reperfusion of pulmonary arteriovenous malformations after embolotherapy. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2005; 16 (12): 1675–83. DOI: 10.1097/01.RVI.0000182163.25493.BB

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.8:616.151.55

## Этапная реперфузионная терапия острого ишемического инсульта с применением отечественного тромболитического препарата Фортелизин

М.Ю. Володюхин<sup>1, 2, 3✉</sup>, Д.Р. Хасанова<sup>1, 3</sup>, Л.В. Тимченко<sup>4</sup>, И.А. Подшивалов<sup>1, 3</sup>, Ю.А. Телятник<sup>4</sup>, Б.И. Загидуллин<sup>5</sup>, Ю.С. Мухамадиева<sup>5</sup>, М.А. Мингазетдинов<sup>6</sup>, Р.И. Юсупов<sup>6</sup>

<sup>1</sup> ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Казань, Российская Федерация

<sup>2</sup> Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань, Российская Федерация

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

<sup>4</sup> ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского», Краснодар, Российская Федерация

<sup>5</sup> ГАУЗ «Больница скорой медицинской помощи», Набережные Челны, Российская Федерация

<sup>6</sup> ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7», Казань, Российская Федерация

✉ **Володюхин Михаил Юрьевич**, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением, orcid.org/0000-0001-8245-1996, e-mail: voloduckin@mail.ru

**Хасанова Дина Рустемовна**, д-р мед. наук, профессор; orcid.org/0000-0002-8825-2346

**Тимченко Людмила Викторовна**, заведующая отделением, руководитель головного Регионального сосудистого центра по профилю неврологии в Краснодарском крае; orcid.org/0000-0001-6341-0101

**Подшивалов Игорь Алексеевич**, ассистент кафедры, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению; orcid.org/0009-0008-1139-358X

**Телятник Юрий Андреевич**, врач-невролог

**Загидуллин Булат Искандарович**, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0001-5294-7288

**Мухамадиева Юлия Сергеевна**, заведующая отделением; orcid.org/0009-0006-4380-8546

**Мингазетдинов Марат Акмалетдинович**, заведующий отделением; orcid.org/0009-0005-6011-969X

**Юсупов Рамиль Ильдарович**, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению; orcid.org/0009-0007-0671-2833

### Резюме

**Цель исследования** – представить результаты этапной реперфузионной терапии острого ишемического инсульта в каротидном бассейне с применением Фортелизина.

**Материал и методы.** Проведен анализ результатов выполнения в четырех сосудистых центрах Российской Федерации этапной реперфузионной терапии 36 пациентам с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне с применением Фортелизина.

**Результаты.** Среднее время от начала заболевания до госпитализации составило 94,5 мин. Эффективного восстановления церебрального кровотока удалось достичь у 64% пациентов. Частота развития симптомных геморрагических трансформаций составила 14%, благоприятный функциональный исход наблюдался у 47% пациентов, летальность – 22%.

**Заключение.** Результаты исследования свидетельствуют о том, что проведение этапной реперфузионной терапии острого ишемического инсульта в каротидном бассейне с применением Фортелизина эффективно и безопасно.

**Ключевые слова:** тромболитизис, Фортелизин, ишемический инсульт, тромбэктомия

**Для цитирования:** Володюхин М.Ю., Хасанова Д.Р., Тимченко Л.В., Подшивалов И.А., Телятник Ю.А., Загидуллин Б.И., Мухамадиева Ю.С., Мингазетдинов М.А., Юсупов Р.И. Этапная реперфузионная терапия острого ишемического инсульта с применением отечественного тромболитического препарата Фортелизин. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 341–6. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-341-346

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

Поступила 08.08.2023  
Принята к печати 31.08.2023

## Staged reperfusion therapy of acute ischemic stroke with the use of the national thrombolytic drug Fortelyzin

M.Yu. Volodyukhin<sup>1, 2, 3✉</sup>, D.R. Khasanova<sup>1, 3</sup>, L.V. Timchenko<sup>4</sup>, I.A. Podshivalov<sup>1, 3</sup>, Yu.A. Telyatnik<sup>4</sup>, B.I. Zagidullin<sup>5</sup>, Yu.S. Mukhamadiev<sup>5</sup>, M.A. Mingazetdinov<sup>6</sup>, R.I. Yusupov<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Interregional Clinical and Diagnostic Center, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup>Kazan State Medical Academy – Branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Kazan, Russian Federation

<sup>3</sup>Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

<sup>4</sup>Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 named after Prof. S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

<sup>5</sup>Regional Emergency Medical Center, Naberezhnye Chelny, Russian Federation

<sup>6</sup>City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russian Federation

✉ **Mikhail Yu. Volodyukhin**, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department; orcid.org/0000-0001-8245-1996, e-mail: voloduckin@mail.ru

**Dina R. Khasanova**, Dr. Med. Sci., Professor; orcid.org/0000-0002-8825-2346

**Lyudmila V. Timchenko**, Head of Department; orcid.org/0000-0001-6341-0101

**Igor A. Podshivalov**, Assistant Professor, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0008-1139-358X

**Yuriy A. Telyatnik**, Neurologist

**Bulat I. Zagidullin**, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0001-5294-7288

**Yuliya S. Mukhamadieva**, Head of Department; orcid.org/0009-0006-4380-8546

**Marat A. Mingazetdinov**, Head of Department; orcid.org/0009-0005-6011-969X

**Ramil I. Yusupov**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0007-0671-2833

### Abstract

**Objective.** To present the results of Fortelyzin application during staged reperfusion therapy of acute ischemic stroke in anterior circulation.

**Material and methods.** The analysis of Fortelyzin application during staged reperfusion therapy in 36 patients with acute ischemic stroke in anterior circulation in four vascular centers of the Russian Federation was carried out.

**Results.** The average time from onset to hospital admission was 94.5 minutes. Effective restoration of cerebral blood flow was achieved in 64% of patients. The incidence of symptomatic hemorrhagic transformations was 14%, a favorable functional outcome was observed in 47% of patients, mortality was 22%.

**Conclusion.** The results of the work demonstrate safety and efficacy of Fortelyzin drug in staged reperfusion therapy of acute ischemic stroke in anterior circulation.

**Keywords:** thrombolysis, Fortelyzin, ischemic stroke, thrombectomy

**For citation:** Volodyukhin M.Yu., Khasanova D.R., Timchenko L.V., Podshivalov I.A., Telyatnik Yu.A., Zagidullin B.I., Mukhamadieva Yu.S., Mingazetdinov M.A., Yusupov R.I. Staged reperfusion therapy of acute ischemic stroke with the use of the national thrombolytic drug Fortelyzin. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 341–6 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-341-346

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

Received August 8, 2023

Accepted August 31, 2023

## Введение

Внутривенная тромболитическая терапия (ВВ ТЛТ) и механическая тромбэктомия (МТ) – основные методы реперфузионного лечения острого ишемического инсульта, которые при наличии показаний должны выполняться независимо друг от друга [1]. Результаты исследования ФРИДА продемонстрировали, что отечественный тромболитический препарат Фортелизин имеет высокую эффективность при выполнении ВВ ТЛТ у пациентов с острым ишемическим инсультом, однако его эффективность при проведении этапной реперфузионной терапии не изучалась [2].

В данной работе представлены результаты этапной реперфузионной терапии (ВВ ТЛТ плюс МТ) острого ишемического инсульта в каротидном бассейне с применением Фортелизина.

## Материал и методы

В работу включены результаты этапной реперфузионной терапии у 36 пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне, которая выполнялась в период с декабря 2021 г. по январь 2023 г. в четырех региональных сосудистых центрах Российской Федерации – МКДЦ (Казань), НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар), ГКБ № 7 (Казань), БСМП (Набережные Челны). Этапная реперфузионная терапия проводилась пациентам с острым ишемическим инсультом, согласно современным клиническим рекомендациям [1]. Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

При поступлении всем пациентам выполнялся комплекс обследований, включающий рентгеновскую компьютерную томографию (РКТ), визуализацию интракраниальных арте-

Таблица 1  
Характеристика пациентов (n = 36)

Характеристика	Значение
Возраст, лет	68 ± 9
NIHSS при госпитализации, баллы	15 ± 5
ASPECTS, баллы	9
Время от начала заболевания до госпитализации, мин	94,5 ± 47,8
Время от госпитализации до начала ВВ ТЛТ, мин	27,6 ± 12,4
Время от госпитализации до поступления пациента в рентгенооперационную, мин	75,5 ± 28,5
Время от пункции артерии до реперфузии, мин	61,5 ± 27,6
Уровень окклюзии, n (%)	
M1	20 (56)
M2	5 (14)
терминальный сегмент ВСА	11 (30)
ИБС, n (%)	21 (58)
ГБ, n (%)	33 (92)
ФП, n (%)	13 (36)

Примечание. NIHSS – шкала инсульта Национального института здоровья (National Institute Health Stroke Scale); ASPECTS – программа Alberta для оценки ранних компьютерно-томографических изменений при инсульте (Alberta Stroke Program Early CT Score); ВСА – внутренняя сонная артерия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ГБ – гипертоническая болезнь; ФП – фибрилляция предсердий.

рий с применением мультиспиральной компьютерной томографии или магнитно-резонансной ангиографии в зависимости от оснащенности сосудистого центра и технической возможности их проведения при поступлении пациента. ВВ ТЛТ начинали выполнять в приемном отделении после выставления показаний для проведения реперфузионной терапии. Перевод пациента в рентгенооперационную осуществлялся непосредственно после болюсного введения Фортелизина (в единой дозе 10 мг), не дожидаясь клинического эффекта от тромболитической терапии.

Рентгенохирургические вмешательства проводились под общим интубационным наркозом – у 16 (44%) пациентов или седацией – у 20 (56%) пациентов. Тип анестезии зависел от состояния больного, стороны и уровня окклюзирующего поражения. Выбор метода механической тромбэктомии (тромбоэкстракция с применением стент-ретривера, аспирация, комбинированные техники) определялся предпочтением и опытом оператора, наличием инструментария, уровнем окклюзирующего поражения, анатомическими особенностями пациента. Оценка эффективности восстановления

церебрального кровотока проводили по шкале mTICI (Modified Thrombolysis in Cerebral Infarction Scale).

В послеоперационном периоде все пациенты получали комплексную терапию согласно современным рекомендациям [1]. При успешном восстановлении церебрального кровотока особое внимание уделялось контролю артериального давления, его удержанию на уровне не выше 140 мм рт. ст. в первые 24 ч после операции. Через 24 ч или (при наличии клинических показаний) в более ранний период всем пациентам выполняли контрольную РКТ головного мозга. Для оценки степени геморрагических трансформаций применяли классификацию Heidelberg Bleeding Classification [3].

Оценка показателей клинической эффективности осуществлялась по динамике неврологического статуса (шкала NIHSS) и функционального статуса (шкала Рэнкина – Modified Rankin Scale, mRS) на 30-е сутки от начала заболевания. Благоприятным исходом считался функциональный статус пациента по mRS 0–2 балла, неблагоприятным – 3–6 баллов.

Статистический анализ данных выполнен с использованием программного пакета SPSS Statistics 23.0 (IBM SPSS, США). Обработка данных основывалась на описательных статистических методах. Распределение всех количественных переменных оценивали с помощью теста Шапиро–Уилка на нормальность. Количественные переменные описаны с помощью среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) – для нормально распределенных данных, а также медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1–Q3) – для ненормально распределенных данных. Категориальные переменные представлены абсолютным числом (n) и процентной долей (%).

## Результаты

Среднее время от начала заболевания до поступления в медицинское учреждение составило 94,5 мин. Неврологический статус пациентов в среднем составил 15 баллов по шкале NIHSS, объем ишемического повреждения по шкале ASPECTS – 9 баллов. Среднее время от момента госпитализации до поступления пациента в рентгенооперационную составило 75,5 мин. Окклюзирующее поражение на уровне M1 сегмента средней мозговой артерии наблюдалось у 56% пациентов, в 30% наблюдений – на уровне терминального сегмента внутренней сонной

Результаты лечения пациентов (n = 36)

Показатель	Значение	
	абс.	%
Стент-ретривер	22	61
Аспирация	14	39
Комбинированные техники	9	25
Восстановление церебрального кровотока mTICI 2b-3	23	64
Частота эмболии в ранее заинтересованном бассейне	7	19
Частота эмболии в ранее незаинтересованном бассейне	3	8
ГИ1	7	19
ГИ2	2	6
СГТ	5	14
ПГ1	3	8
ПГ2	2	6
Местные геморрагические осложнения	4	11
Благоприятный функциональный исход на 30-е сутки (mRS 0–2 балла)	17	47
Неблагоприятный функциональный исход на 30-е сутки (mRS 3–5 баллов)	11	31
Летальность	8	22
Седация	20	56

Примечание. ГИ – геморрагический инфаркт; ПГ – паренхиматозная гематома.

артерии (см. табл. 1). В качестве первого метода стент-ретриверные технологии применяли у 61% пациентов, аспирация проведена у 39% пациентов, в 25% наблюдений потребовалось применение комбинированных техник. Эффективного восстановления церебрального кровотока удалось достичь у 64% пациентов, частота эмболии в ранее незаинтересованном бассейне составила 8%. Частота развития симптомных геморрагических трансформаций (СГТ) – 14%, благоприятный функциональный исход наблюдался у 47% пациентов, летальность составила 22% (табл. 2).

### Обсуждение

Фортелизин – отечественный тромболитический препарат, содержащий аминокислотную последовательность неиммуногенной стафилокиназы и обладающий высокой степенью фибринспецифичности [4]. В исследовании ФРИДА препарат Фортелизин показал свою безопасность и эффективность при выполнении ВВ ТЛТ у пациентов с острым ишемическим инсультом [2]. В нашей работе представлены результаты проведения этапной реперфузионной терапии острого ишемического инсульта в каротидном бассейне с использованием препарата Фортелизин.

Эффективного восстановления церебрального кровотока (по шкале mTICI 2b-3) в нашей

работе удалось достичь у 64% пациентов. В ранее опубликованных исследованиях отмечены аналогичные результаты эффективности восстановления церебрального кровотока у пациентов с острым ишемическим инсультом при проведении реперфузионной терапии [5–8].

Метод выполнения МТ в представленной работе определялся оператором самостоятельно и зависел от его предпочтений, опыта, наличия инструментария и анатомических особенностей пациента. Частота использования для восстановления кровотока стент-ретривера, аспирации, комбинированных техник составила 61, 39 и 25% соответственно. Следует отметить, что в различных центрах наблюдалась тенденция к преимущественному применению стент-ретриверов и аспирационных техник как методу первого выбора. Так, в МКДЦ Казани и НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского Краснодара стент-ретриверы как первый метод использовали в 90% наблюдений, в то же время в БСМП Набережных Челнов и ГКБ № 7 Казани методом первого выбора были аспирационные техники (табл. 3).

Комбинированные техники использовались лишь при неудачных попытках применить стент-ретривер или аспирацию. Несмотря на то что многочисленные исследования и метаанализы не выявили преимущества аспирации перед стент-ретриверами, многие авторы отдают

Таблица 3

## Частота применения различных техник механической тромбэктомии в сосудистых центрах

Метод тромбэктомии	НИИ – ККБ № 1 (Краснодар)	МКДЦ (Казань)	ГКБ № 7 (Казань)	БСМП (Набережные Челны)	Всего
Стент-ретривер, n (%)*	9 (90)	9 (90)	2 (29)	2 (22)	22 (61)
Аспирация, n (%)*	1 (10)	1 (10)	5 (71)	7 (78)	14 (39)
Комбинированные техники, n (%)*	2 (20)	2 (20)	2 (29)	3 (33)	9 (25)

\*Процент считался от абсолютного числа оперированных пациентов в сосудистом центре, включенных в данное исследование.

предпочтение именно аспирационным техникам как методу первой линии [5, 6]. По данным Б.Г. Алеяна и др., в 2021 г. из 3946 МТ, выполненных в России, аспирацию как метод первого выбора применили у 58,4% пациентов, а стент-ретриверы только у 15,8% пациентов [7]. Однако, согласно регистру Санкт-Петербурга, конверсия при применении стент-ретривера как первого метода происходила в 14,2% наблюдений, а при выборе в качестве первого метода аспирационных техник к конверсии прибегали значительно чаще – в 47,7% случаев [5]. В настоящее время все больше работ, свидетельствующих о необходимости применения комбинированных техник для достижения эффективного кровотока при первом проходе, но значительное удорожание вмешательства при использовании комбинированных техник в настоящее время ограничивает их широкое применение [8].

По данным зарубежных авторов, при выполнении МТ у пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне благоприятные функциональные исходы должны быть не менее чем у 30% прооперированных пациентов [9]. В представленном нами исследовании частота благоприятного функционального исхода при выполнении этапной реперфузионной терапии с применением препарата Фортелизина составила 47%.

Частота развития СГТ при выполнении реперфузионной терапии достигает 18% и является неблагоприятным фактором течения заболевания [5, 6, 8]. В нашем исследовании частота развития СГТ составила 14%. Ранние работы указывают, что уровень фибриногена связан с геморрагической трансформацией у пациентов с острым ишемическим инсультом после тромболитической терапии, а при введении Фортелизина наблюдается минимальное снижение циркулирующего фибриногена за счет его фибринспецифического воздействия, что минимизирует риск развития СГТ [10, 11]. Короткий двухфазный период по-

луыведения Фортелизина ( $5,11 \pm 0,56$  мин – начальный и  $32,67 \pm 2,12$  мин – в терминальной фазе) также снижает потенциальный риск развития данного осложнения [12].

Преимуществом Фортелизина при проведении этапной реперфузионной терапии является возможность его болюсного введения в единой дозе, что упрощает практическое применение и теоретически должно сокращать временной промежуток от поступления пациента в стационар до его поступления в операционную. В ранее опубликованных работах среднее время от момента поступления пациента до пункции бедренной артерии составило 85 мин [6]. В нашем исследовании данный показатель равнялся 75,5 мин. Болюсное введение особенно удобно при проведении так называемой bridging-терапии, когда пациент поступает в первичный сосудистый центр, где ему болюсно вводится Фортелизин, а далее осуществляется транспортировка пациента в региональный сосудистый центр для выполнения МТ.

Стандартная дозировка введения Фортелизина снижает риск неправильного расчета препарата и ошибок по объему его введения. Ранее опубликованное исследование GUSTO продемонстрировало, что частота назначения алтеплазы в неправильных дозировках составила 11%, что увеличивало смертность в этой группе пациентов на 40% [13].

В современных условиях немаловажным фактором является возможность оказывать медицинскую помощь независимо от внешних факторов. Препарат Фортелизин имеет полный цикл производства на территории России, что позволяет снизить стоимость препарата и получать его независимо от влияния внешнеполитических факторов.

### Заключение

Результаты проведенного исследования демонстрируют, что этапная реперфузионная терапия острого ишемического инсульта в каро-

тидном бассейне с применением Фортелизина эффективна и безопасна.

### Литература/References

- Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых: Клинические рекомендации. [https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171_2) (дата обращения 26.03.2023 г.) Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults. Clinical guidelines (in Russ.) [https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171_2) (accessed 26 March 2023)
- Gusev E.I., Martynov M.Yu., Nikonov A.A., Shamalov N.A., Semenov M.P., Gerasimets E.A. et al. Non-immunogenic recombinant staphylokinase versus alteplase for patients with acute ischaemic stroke 4–5 h after symptom onset in Russia (FRIDA): a randomised, open label, multicentre, parallel-group, non-inferiority trial. *Lancet Neurol.* 2021; 20 (9): 721–8. DOI: 10.1016/s1474-4422(21)00210-6
- Von Kummer R., Broderick J.P., Campbell B.C.V., Demchuk A., Goyal M., Hill M.D. et al. The Heidelberg bleeding classification. Classification of bleeding events after ischemic stroke and reperfusion therapy. *Stroke.* 2015; 46: 2981–6 DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010049
- Рамазанов Г.Р., Коков Л.С., Шамалов Н.А., Ковалева Э.А., Клычникова Е.В., Ахматханова Л.Х. и др. Первый случай тромболитической терапии при помощи неиммунногенной стафилокиназы у пациентки с ишемическим инсультом, получающей дабигатрана этексилат, с последующей тромбэктомией. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2022; 122 (6): 145–51. DOI: 10.17116/jnevro2022122061145  
Ramazanov G.R., Kokov L.S., Shamalov N.A., Kovaleva E.A., Klychnikova E.V., Akhmatkhanova L.Kh. et al. First case of thrombolysis with non-immunogenic staphylokinase in a patient with ischemic stroke receiving dabigatran etexilate followed by thrombectomy. *The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry.* 2022; 122 (6): 145–51 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro2022122061145
- Савелло А.В., Вознюк И.А., Свистов Д.В., Бабичев К.Н., Кандыба Д.В., Шендеров С.В. и др. Результаты лечения ишемического инсульта с применением внутрисосудистой тромбозембоэктомии в условиях региональных сосудистых центров в мегаполисе (Санкт-Петербург). *Журнал неврологии и психиатрии.* 2018; 12 (2): 54–63. DOI: 10.17116/jnevro201811812254  
Savello A.V., Voznyuk I.A., Svistov D.V., Babichev K.N., Kandyba D.V., Shenderov S.V. et al. Outcomes of endovascular thrombectomy for acute stroke in regional vascular centers of a metropolis (St.-Petersburg). *Journal of Neurology and Psychiatry.* 2018; 12 (2): 54–63 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro201811812254
- Скрыпник Д.В., Анисимов К.В., Боцина А.Ю., Киселева Т.В., Грачев С.П., Шамалов Н.А. и др. Результаты эндоваскулярного лечения пациентов с окклюзиями крупных церебральных артерий в мегаполисе. Данные Московского инсульта регистра за 2019 г. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2020; 12 (5): 9–17. DOI: 10.14412/2074-2711-2020-5-9-17  
Skrypnik D.V., Anisimov K.V., Botsina A.Yu., Kiseleva T.V., Grachev S.P., Shamalov N.A. et al. The results of endovascular treatment of patients with occlusions of large cerebral arteries in the metropolis. Data from the Moscow Stroke Registry for 2019. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.* 2020; 12 (5): 9–17 (in Russ.). DOI: 10.14412/2074-2711-2020-5-9-17
- Алеян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2021 год. *Эндоваскулярная хирургия.* 2022; 9 (Специальный выпуск): S5–S254. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9S-S5-S254  
Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2021). *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (Special Issue): S5–S254 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9S-S5-S254
- Бабичев К.Н., Кандыба Д.В., Савелло А.В., Свистов Д.В., Зенин А.В. Анализ эффективности комбинированных методов механической реперфузии в сравнении со стандартной тромбэктомией при лечении острого ишемического инсульта в каротидном бассейне. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (1): 5–12. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-1-5-12  
Babichev K.N., Kandyba D.V., Savello A.V., Svistov D.V., Zenin A.V. Analysis of the effectiveness of combined methods of mechanical reperfusion in comparison with standard thrombectomy in the treatment of acute ischemic stroke in the anterior circulation. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (1): 5–12 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-1-5-12
- Shams T., Zaidat O., Yavagal D., Xavier A., Jovin T., Janardhan V. Society of Vascular and Interventional Neurology (SVIN) Stroke Interventional Laboratory Consensus (SILC) Criteria: A 7M Management approach to developing a stroke interventional laboratory in the era of stroke thrombectomy for large vessel occlusions. *Intervent. Neurol.* 2016; 5: 1–28. DOI: 10.1159/000443617
- Вышлов Е.В., Алексеева Я.В., Герасимец Е.А., Марков В.А. Экспериментальные и клинические исследования стафилокиназы и Фортелизина. *Кардиология: новости, мнения, обучение.* 2017; 2: 1–5.  
Vyshlov E.V., Alekseeva Ya.V., Gerasimets E.A., Markov V.A. Experimental and clinical studies of staphylokinase and Fortelizin. *Cardiology: News, Opinions, Training.* 2017; 2: 1–5 (in Russ.).
- Xiahong Xu, Changsong Li, Ting Wan, Xiaobo Gu, Wenxia Zhu, Junjie Hao et al. Risk factors for hemorrhagic transformation after intravenous thrombolysis in acute cerebral infarction: a retrospective single-center study. *World Neurosurg.* 2017; 101: 155–60. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.01.091
- Инструкция по применению к препарату Фортелизин. [https://www.vidal.ru/drugs/fortesilin\\_\\_38617](https://www.vidal.ru/drugs/fortesilin__38617) (дата обращения 26.03.2023)  
Instructions for use for the drug Fortelyzin (in Russ.). [https://www.vidal.ru/drugs/fortesilin\\_\\_38617](https://www.vidal.ru/drugs/fortesilin__38617) (accessed 26 March 2023)
- Cannon C.P. Thrombolysis medication errors: benefits of bolus thrombolytic agents. *Am. J. Cardiol.* 2000; 85 (8): 17–22. DOI: 10.1016/s0002-9149(00)00874-2

*Клинические наблюдения*

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.132.2-005.6-089

**Одноэтапное лечение массивного тромбоза правой коронарной артерии***М.А. Верещагин* ✉, *К.К. Глебов*, *А.Ю. Янкин*

ГАУЗ «Новокузнецкая городская клиническая больница № 1 им. Г.П. Курбатова», Новокузнецк, Российская Федерация

✉ **Верещагин Максим Алексеевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения; e-mail: v\_maxim@list.ru**Глебов Кирилл Константинович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению**Янкин Артем Юрьевич**, заведующий Региональным сосудистым центром**Резюме**

Представлен клинический случай успешного одноэтапного лечения острого коронарного синдрома у пациента с массивным тромбозом правой коронарной артерии. В настоящее время лечение массивных тромбозов коронарных артерий связано с высоким риском развития синдрома no-reflow ввиду манипуляционной эмболии дистального и микроциркуляторного русла коронарных артерий, что напрямую связано с высоким риском летальных осложнений.

Однако отсроченное стентирование с ранним использованием блокаторов IIb/IIIa рецепторов и антикоагулянтной терапии является методом, который чаще всего позволяет выполнить реваскуляризацию миокарда инфарктсвязанной артерии. В качестве варианта выбора при одноэтапном хирургическом вмешательстве стоит рассмотреть использование периферических баллонных катетеров ввиду возможности полной интервальной экспозиции массивного тромба коронарной артерии, что позволяет не только изолировать зону тромботической массы, но и уменьшить площадь стентирования, сохранив при этом дистальное русло.

**Ключевые слова:** острый коронарный синдром, массивный тромбоз коронарной артерии, периферический баллонный катетер, блокаторы IIb/IIIa рецепторов

**Для цитирования:** Верещагин М.А., Глебов К.К., Янкин А.Ю. Одноэтапное лечение массивного тромбоза правой коронарной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 347–50. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-347-350

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

Поступила 21.04.2023  
Принята к печати 23.05.2023

**One stage treatment of massive thrombosis of the right coronary artery***M.A. Vereshchagin* ✉, *K.K. Glebov*, *A.Yu. Yankin*

Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 1 named after G.P. Kurbatov, Novokuznetsk, Russian Federation

✉ **Maksim A. Vereshchagin**, Cand. Med. Sci., Head of Department of Endovascular Diagnostics and Treatment; e-mail: v\_maxim@list.ru**Kirill K. Glebov**, Endovascular Surgeon**Artem Yu. Yankin**, Head of Regional Vascular Center**Abstract**

A clinical case of successful one-stage treatment of acute coronary syndrome was present with massive thrombosis of the right coronary artery. Currently, the treatment of massive coronary artery thrombosis is associated with a high risk of developing no-reflow syndrome due to manipulative embolism of the distal and microcirculatory bed of the coronary arteries, which is directly associated with a high risk of fatal complications.

However, delayed stenting with the early use of IIb/IIIa receptor blockers and anticoagulation therapy is the method that most often allows for myocardial revascularization of the infarct-related artery. As an option of choice in a one-stage surgical intervention, it is worth considering the use of peripheral balloon catheters in view of the possibility of full interval exposure of a massive coronary artery thrombus, which allows not only to isolate the area of thrombotic mass, but also to reduce the area of stenting while preserving the distal bed.

**Keywords:** acute coronary syndrome, massive thrombosis of the coronary artery, peripheral balloon catheter, IIb/IIIa receptor blockers

**For citation:** Vereshchagin M.A., Glebov K.K., Yankin A.Yu. One stage treatment of massive thrombosis of the right coronary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 347–50 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-347-350

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

Received April 21, 2023  
Accepted May 23, 2023

## Введение

Одним из предикторов неудачной одноэтапной реваскуляризации является массивный тромбоз коронарной артерии ввиду возможной эмболии микроциркуляторного русла с развитием синдрома no-reflow [1]. В данных случаях чаще всего применяется тактика отсроченного стентирования с использованием ингибиторов  $\text{IIa/IIIb}$  рецепторов [2].

Н. Shereif et al. оценили существующие рекомендации по предупреждению развития синдрома no-reflow, – в исследовании нет «идеального» положительного исхода при использовании ловушек от дистальной эмболии [3].

Б.А. Миньков и Д.В. Тепляков использовали селективное введение ингибиторов  $\text{IIa/IIIb}$  рецепторов в зону тромботического поражения коронарных артерий, что снизило риск выполнения одноэтапного стентирования у пациентов с острым коронарным синдромом [4].

Возможность проведения мануальной тромбоаспирации ограничена размерами и протяженностью тромбированного сегмента коронарных артерий; этот метод хотя и позволяет удалять тромботические массы, однако не является рутинным при лечении инфарктзависимой артерии (ИЗА) ввиду риска развития эмболии [5].

Использование гайд-катетера также позволяет убирать массивные тромботические массы. Не всегда анатомия коронарных артерий (извитость, угол отхождения и т. д.) и патологические изменения в сосудистом русле (кальциноз, выраженные стенотические поражения и т. д.) дают возможность выполнить эту манипуляцию [6].

В данной статье представлено клиническое наблюдение одноэтапной коррекции массивно-

го тромбоза правой коронарной артерии с помощью использования баллонного катетера для периферических интервенций.

В определённых случаях баллонным катетером для периферических интервенций удается выполнить одномоментную предилатацию всего пораженного сегмента тромботическими массами, что уменьшает риск развития синдрома no-reflow и снижает риски летального исхода в послеоперационном периоде у пациентов с острым коронарным синдромом. У некоторых больных ввиду однососудистого массивного тромботического поражения коронарного русла невозможно осуществить одноэтапную коррекцию ИЗА в госпитальном периоде при использовании современной антикоагулянтной терапии.

## Описание случая

Больной 69 лет, с 12.08.2021 г. находился на амбулаторном лечении по поводу внебольничной пневмонии. С этого же времени эпизодически отмечалась клиника стенокардии. В день поступления в стационар – выраженная слабость, головокружение, перебои в работе сердца. Вызвал скорую медицинскую помощь. Зарегистрирован пароксизм тахикардии с широкими комплексами QRS. Вызвана реанимационная бригада. К её приезду у больного зафиксирована клиническая смерть. Проведена электроимпульсная терапия. Восстановлен синусовый ритм. По ЭКГ – признаки острого поражения задней стенки ЛЖ. Доставлен в РСЦ г. Новокузнецка. Транспортирован в рентгенооперационную для выполнения экстренного оперативного вмешательства.

По результатам лабораторных анализов: креатинин 108,0 мкмоль/л, мочевины 5,3 ммоль/л.

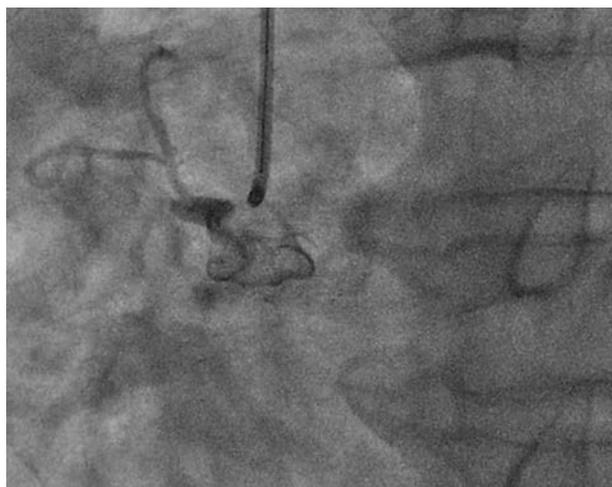


Рис. 1. Окклюзия п/3 ПКА



Рис. 2. Массивный тромбоз ПКА

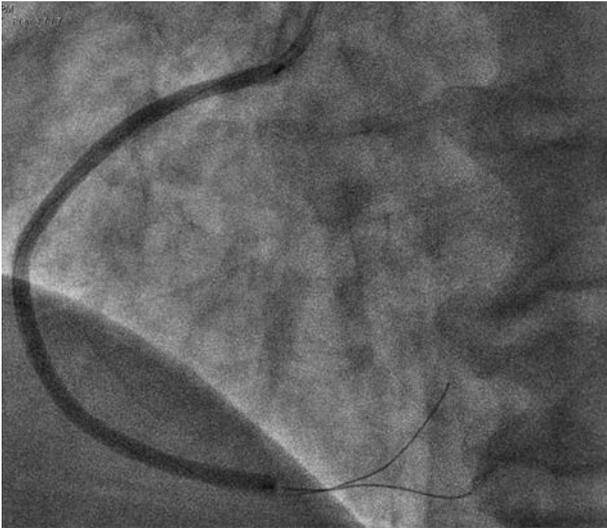


Рис. 3. Преддилатация периферическим баллонным катетером 3,5 × 120 мм

При коронарографии отмечается многососудистое поражение коронарного русла в бассейне левой коронарной артерии: стенозы с/3 передней нисходящей артерии (ПНА) 95%, д/3 ПНА – 80%. Стеноз диагональной артерии 1 – 50%. Стенозы п/3 огибающей артерии (ОА) – 65%, с/3 ОА – 85%.

При коронарографии правой коронарной артерии (ПКА) отмечается острая окклюзия в проксимальном сегменте артерии (рис. 1). Гидрофильные коронарные проводники заведены в заднюю межжелудочковую ветвь (ЗМЖВ) и левожелудочковую ветвь (ЛЖВ). Выполнена преддилатация проксимального сегмента ПКА последовательно баллонными катетерами 2 × 15 и 2,5 × 20 мм. При контрастировании отмечается тотальный тромбоз ПКА с переходом на ЛЖВ и ЗМЖВ, с реканализованным просветом в зоне заведения коронарных проводников. Начата инфузия раствора интегрилина (рис. 2). На данном этапе, к сожалению, имеется лишь один вариант тактики лечения – отсроченное стентирование. Ввиду массивного тромбоза правой коронарной артерии не исключалась возможность развития осложнений, связанных с инфарктом миокарда.

Было принято решение выполнить преддилатацию периферическим баллонным катетером 3,5 × 120 мм с экспозицией баллона 10 мин (рис. 3). После проведения преддилатации ПКА при контрастировании отмечается уменьшение зоны тромбоза коронарной артерии, с сохранным антеградным кровотоком. На место остаточного стеноза проксимальной части ПКА последовательно имплантированы стенты 4 × 16 и 3,5 × 18 мм (рис. 4). При контрольном контра-



Рис. 4. Финальный результат после стентирования проксимального сегмента ПКА

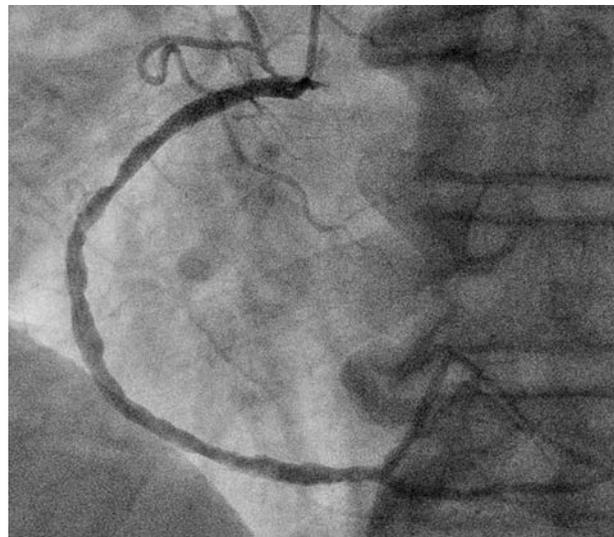


Рис. 5. Контрольная коронарография через 7 дней

стировании отмечался удовлетворительный ангиографический результат – пристеночные тромботические массы в дистальном сегменте ПКА с переходом на ЗМЖВ и ЛЖВ.

В отделении кардиологии пациент получал антикоагулянтную терапию в полном объеме. За время нахождения в стационаре клиники повторного инфаркта миокарда не было, состояние больного оценивалось как удовлетворительное.

При контрольном контрастировании через 7 дней – правая коронарная артерия без признаков массивного тромбоза, кровотока ТИМІ 3, однако в дистальном сегменте ПКА отмечаются пристеночные тромботические массы без флотации и без компретации кровотока в артерии (рис. 5). Пациент выписан на амбулаторное лечение с последующим проведением лечеб-

ной комиссии для определения тактики дальнейшей реваскуляризации миокарда.

### Обсуждение

Массивный тромбоз коронарных артерий относится к тяжелым поражениям коронарного русла в связи с необратимым риском повреждения кардиомиоцитов и отсутствием единой подтвержденной тактики лечения данных поражений. Мануальная аспирация не всегда возможна ввиду большого объема тромботической массы. К сожалению, отсроченное стентирование не всегда выполнимо из-за тяжелого состояния пациента. Возможность использовать периферические баллонные катетеры с длительной временной экспозицией позволяет провести одноэтапное лечение пациента с массивным тромбозом коронарных артерий.

### Заключение

Лечение массивного тромбоза коронарной артерии при использовании периферических баллонных катетеров дает возможность не только уменьшить зону стентирования инфарктсвязанной артерии, но и снизить риск развития синдрома no-reflow. Поэтому данный метод можно применять в определённых случаях при фармакологической поддержке ингибиторов П<sub>а</sub>/П<sub>в</sub> рецепторов.

### Литература/References

1. Durant A. Role of no reflow and microvascular obstruction in the prognostic stratification of STEMI patients. *Anatol. J.*

*Cardiol.* 2018; 19 (5). Available at: [https://jag.journalagent.com/anatoljcardiol/pdfs/AJC-62343-INVITED\\_REVIEW-DURANTE.pdf/](https://jag.journalagent.com/anatoljcardiol/pdfs/AJC-62343-INVITED_REVIEW-DURANTE.pdf/) (accessed May 2018).

2. Алексеева Я.В., Вышлов Е.В., Марков В.А., Демьянов С.В. Отсроченное эндоваскулярное вмешательство при остром инфаркте миокарда с массивным тромбозом инфарктсвязанной коронарной артерии. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2018; 33 (2): 16–20. DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-2-16-20  
Alekseeva Ya.V., Vyshlov E.V., Markov V.A., Demyanov S.V. Deferred stent implantation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and massive coronary thrombosis. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2018; 33 (2): 16–20 (in Russ.). DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-2-16-20
3. Rezkalla Sh.H., Stankowski R.V., Hanna J., Kloner R.A., Management of no-reflow phenomenon in the catheterization laboratory. *Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (3): 215–23. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.11.059
4. Минько Б.А., Тепляков Д.В. Оценка и профилактика поражения микроциркуляторного русла при эндоваскулярных вмешательствах у больных острым коронарным синдромом. *Артериальная гипертензия.* 2014; 20 (3): 182–8.  
Minko B.A., Teplyakov D.V. Microcirculation impairment in endovascular procedures in acute coronary syndrome. *Arterial Hypertension.* 2014; 20 (3): 182–8 (in Russ.)
5. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. Российское кардиологическое общество, Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. *Российский кардиологический журнал.* 2020; 25 (11): 4103. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4103  
2020 Clinical practice guidelines for acute ST-segment elevation myocardial infarction. Clinical guidelines 2020. Russian Society of Cardiology, Association of Cardiovascular Surgeons of Russia. *Russian Journal of Cardiology.* 2020; 25 (11): 4103 (in Russ.) DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4103
6. Prashanth P., Abdullah A.R. Acute intracoronary thrombosis in a normal coronary artery following coronary angiography: thromboaspiration using a guide catheter. *Heart Views.* 2010; 11 (2): 68–70. DOI: 10.4103/1995-705X.73218

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.133.3:616.134.96]-089.819.1

## Эндоваскулярная реваскуляризация тандемного поражения внутренней сонной артерии и средней мозговой артерии при остром ишемическом инсульте

В.М. Сысоев<sup>1</sup>, П.А. Сомов<sup>1</sup>, А.В. Галустян<sup>2✉</sup>, М.В. Черняев<sup>1,2</sup>, Е.А. Гительзон<sup>2</sup>, А.Г. Файбушевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация

**Сысоев Виталий Михайлович**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-8013-3580

**Сомов Павел Андреевич**, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-0642-0597

✉ **Галустян Аик Владимирович**, аспирант; orcid.org/0009-0004-4415-667X, e-mail: haykgalustyan@yandex.ru

**Черняев Михаил Викторович**, канд. мед. наук, ассистент кафедры; orcid.org/0000-0003-4925-7475

**Гительзон Екатерина Александровна**, канд. мед. наук, ассистент кафедры; orcid.org/0000-0003-3871-5530

**Файбушевич Александр Георгиевич**, канд. мед. наук, доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом детской хирургии; orcid.org/0000-0001-7998-3051

### Резюме

В статье представлен случай успешного эндоваскулярного лечения тандемной острой окклюзии внутренней сонной артерии (ВСА). Приблизительно у 15–30% пациентов, перенесших эндоваскулярную тромбэктомию по поводу острого ишемического инсульта, имеется тандемное поражение ВСА в экстра- и интракраниальных сегментах. Данный клинический случай демонстрирует, что ретроградный подход при реваскуляризации тандемного поражения ВСА, который был выбран ввиду более короткого времени внутричерепной реканализации, за счет коллатерального заполнения бассейна ранее окклюзированной артерии по Виллизиевому кругу является эффективным и безопасным методом лечения.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, внутренняя сонная артерия, тандемное поражение

**Для цитирования:** Сысоев В.М., Сомов П.А., Галустян А.В., Черняев М.В., Гительзон Е.А., Файбушевич А.Г. Эндоваскулярная реваскуляризация тандемного поражения внутренней сонной артерии и средней мозговой артерии при остром ишемическом инсульте. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 351–6. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-351-356

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

Поступила 28.07.2023  
Принята к печати 25.08.2023

## Endovascular revascularization of tandem lesion of the internal carotid and middle cerebral artery in acute ischemic stroke

V.M. Sysoev<sup>1</sup>, P.A. Somov<sup>1</sup>, A.V. Galustyan<sup>2✉</sup>, M.V. Chernyaev<sup>1,2</sup>, E.A. Gitelzon<sup>2</sup>, A.G. Faybushevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

**Vitaliy M. Sysoev**, Cand. Med. Sci., Head of Department of Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-8013-3580

**Pavel A. Somov**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-0642-0597

✉ **Ayk V. Galustyan**, Postgraduate; orcid.org/0009-0004-4415-667X, e-mail: haykgalustyan@yandex.ru

**Mikhail V. Chernyaev**, Cand. Med. Sci., Assistant Professor; orcid.org/0000-0003-4925-7475

**Ekaterina A. Gitelzon**, Cand. Med. Sci., Assistant Professor; orcid.org/0000-0003-3871-5530

**Aleksandr G. Faybushevich**, Cand. Med. Sci., Associate Professor, Chief of Chair of Hospital Surgery with a Course of Pediatric Surgery; orcid.org/0000-0001-7998-3051

### Abstract

The article presents a case of successful endovascular treatment of tandem acute occlusion of the internal carotid artery (ICA). Approximately 15–30% of patients undergoing endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke have a tandem ICA lesion in the extra- and intracranial segments. This clinical case demonstrates that the retrograde approach of

revascularization of a tandem ICA lesion, which was chosen due to the shorter time of intracranial recanalization, due to collateral filling of the pool of the previously occluded artery along the Willis circle, is an effective and safe treatment method.

**Keywords:** ischemic stroke, internal carotid artery, tandem lesion

**For citation:** Sysoev V.M., Somov P.A., Galustyan A.V., Chernyaev M.V., Gitelson E.A., Faybushevich A.G. Endovascular revascularization of tandem lesion of the internal carotid and middle cerebral artery in acute ischemic stroke. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 351–6 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-351-356

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

Received July 28, 2023

Accepted August 25, 2023

## Введение

Одной из причин ишемического инсульта является острая тромботическая окклюзия внутренней сонной артерии (ВСА), которая характеризуется крайне неблагоприятным прогнозом, требует принятия быстрых решений, а в ряде случаев – экстренного оперативного вмешательства. Приблизительно у 15–30% пациентов, перенесших эндоваскулярную тромбэктомию по поводу острого ишемического инсульта, имеется тандемное поражение ВСА в экстра- и интракраниальных сегментах. Данная ситуация является еще более грозной и отличается высоким уровнем летальности [1–4]. В настоящее время исследований о том, как нужно лечить пациентов с данным типом поражений ВСА, мало. Некоторые рандомизированные клинические исследования (РКИ), такие как SWIFT PRIME, EXTENDIA, THRACE, исключали пациентов с тандемными поражениями. В других РКИ, таких как MR CLEAN, REVASCAT, ESCAPE, пациенты с данным типом поражений хотя и были включены, но не составляли отдельную подгруппу. В этих исследованиях эндоваскулярное лечение экстракраниального сегмента ВСА было оставлено на усмотрение оператора и в дальнейшем не анализировалось. Авторы не сообщали о том, какая стратегия реваскуляризации (антеградная – когда в первую очередь выполняют реваскуляризацию экстракраниального сегмента ВСА, потом интракраниального, или ретроградная – когда сначала выполняют механическую тромбэктомию из интракраниального сегмента ВСА, затем – реваскуляризацию экстракраниального сегмента ВСА) была использована у пациентов с данным типом поражений. Мало было информации о том, какое лечение применялось для экстракраниального сегмента ВСА: известно, что поражения данного сегмента можно лечить эндоваскулярно, методом транслюминальной

баллонной ангиопластики (ТЛБАП) и/или стентирования, или оставить его нетронутым для последующей коротидной эндартерэктомии. Не сообщалось о том, какую антиагрегантную терапию назначали пациентам, у которых в экстракраниальном сегменте ВСА был имплантирован стент, а также о том, какой тип стентов был использован у таких пациентов [5, 6].

## Описание случая

Пациент 48 лет, поступил в стационар в 7.00 со слабостью в левых конечностях и с изменением речи. Данные симптомы отмечались с 5.30 утра, когда резко ослабели левые конечности и появились затруднения речи. Неврологический статус при поступлении: пациент в сознании, значение по шкале комы Глазго 15 баллов. Сумма баллов по шкале инсульта Национального института здоровья NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) – 8. В современной неврологической практике для оценки тяжести инсульта обычно используется международная шкала NIHSS. Она представляет собой последовательное выполнение тестов, за каждый из которых выставляются баллы от 0 до 3.

**Данные обследования.** По результатам компьютерной томографии (КТ) головного мозга при поступлении в стационар, отмечаются начальные радиологические признаки острого ишемического инсульта в бассейне правой средней мозговой артерии (СМА), значение по шкале ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT score) 9 баллов. Результаты многочисленных исследований показывают, что оценка ранних изменений до начала лечения острого ишемического инсульта головного мозга позволяет прогнозировать функциональный исход и риск развития внутричерепного кровоизлияния. Шкала ASPECTS – это 10-балльная шкала качественной топографической оценки изменений, выявляемых при компьютерной томографии. Шкала ASPECTS разрабатывалась как

стандартный метод оценки ранних изменений на КТ-изображениях у пациентов с инсультом головного мозга в бассейне передней циркуляции до начала лечения.

При КТ-ангиографии выявлена окклюзия ВСА от устья и окклюзия сегмента М1 правой СМА (рис. 1). Учитывая, что пациент находится в терапевтическом окне (первые 4,5 ч от начала симптомов, чтобы кардинально повлиять на развитие острого патологического процесса и спасти хотя бы часть погибающих клеток мозга) и не имеет противопоказаний для внутривенного тромболизиса, начата внутривенная тромболитическая терапия (ВВ ТЛТ) (суммарная доза актилизе – 90 мг). Учитывая наличие показаний для эндоваскулярного лечения, в частности локализация окклюзий (ВСА и СМА), время от начала первых симптомов менее 6 ч, сумма баллов по шкале инсульта NIHSS более 6, размер инфаркта головного мозга по шкале ASPECTS более 6, возраст пациента старше 18 лет, сразу после начала ТЛТ пациент переведен в рентгенооперационную (8.00) для выполнения эндоваскулярной ревазуляризации. В рентгенооперационной выполнено ультразвуковое исследование сонной артерии справа, по данным которой выявлена атеротромботическая окклюзия ВСА от устья.

**Лечение.** После асептической обработки правой паховой области под местной анестезией раствором лидокаина 2%–10 мл пунктирована правая общая бедренная артерия. Установлен

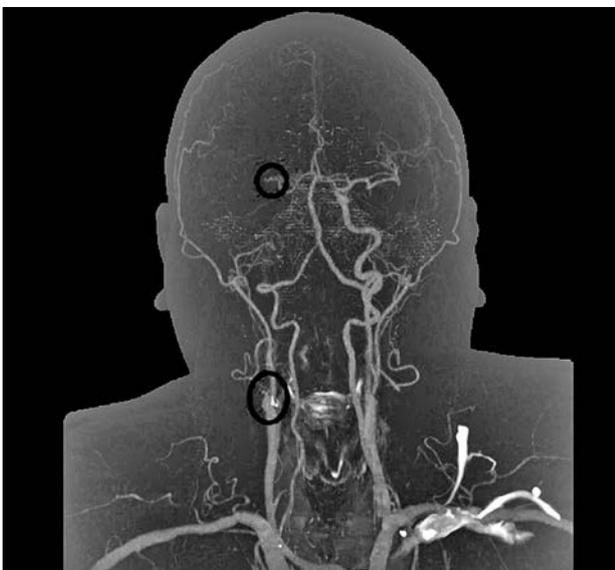


Рис. 1. КТ-ангиограмма артерий шеи и головы. Округлостями отмечены окклюзии правой ВСА от устья и правой СМА в сегменте М1

интродьюсер 6 Fr. Диагностическим катетером 5 Fr выполнена ангиография правой общей сонной артерии (ОСА). На ангиограмме отмечается окклюзия правой ВСА от устья, кровотоков по артерии ТICI 0 (рис. 2). Интраоперационно принято решение о выполнении ретроградной ревазуляризации ввиду более короткого времени, требующегося для достижения интракраниальной реканализации. Церебральный проводник 0,014 Traxess и микрокатетер 3max заведены за область окклюзии ВСА, далее выполнена замена церебрального проводника на гидрофильный 0,035 проводник. За область окклюзии на буже заведен баллонный проводниковый катетер Cello 9 Fr. На ангиографии выявлена окклюзия М1-сегмента правой СМА (рис. 3).

После церебральной ангиографии неврологический статус пациента изменился в сторону ухудшения, предположительно, из-за введения рентгеноконтрастного вещества в артерии головного мозга: показатель по NIHSS поднялся с 8 баллов до 16, пациент интубирован. С использованием аспирационного катетера Sofia 5 Plus выполнена тромбоаспирация. При контрольной ангиографии – просвет СМА восстановлен, кровотоков по артерии ТICI 3. Корковые ветви СМА достигают костной пластины (рис. 4).

При контрольной ангиографии из ОСА отмечается диссекция шейного сегмента ВСА (рис. 5, а). Принято решение об имплантации стента. Пациенту дана нагрузочная доза анти-

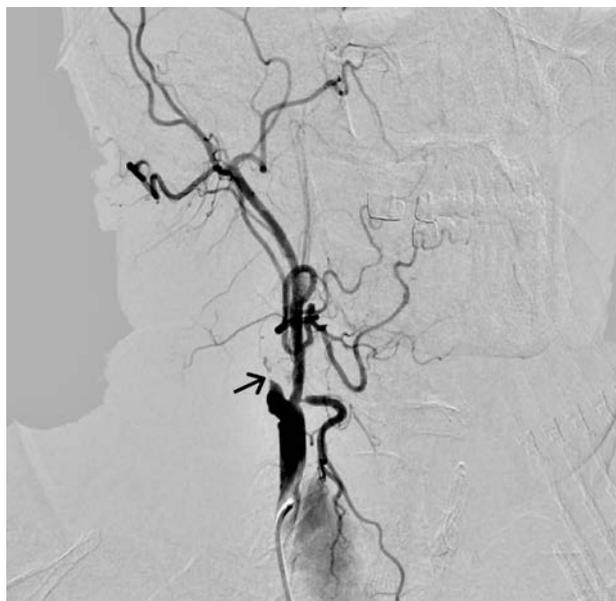


Рис. 2. Ангиограмма правой ОСА и ее ветвей. Стрелкой отмечена окклюзия правой ВСА от устья



Рис. 3. Ангиограмма правой ВСА и ее ветвей. Стрелкой отмечена окклюзия правой СМА в сегменте М1

агрегантной терапии для профилактики тромбоза стента: тикагрелор 180 мг и аспирин 300 мг. Предварительно в правую ВСА установлена система дистальной церебральной защиты. В области диссекции ВСА с выходом в ОСА позиционирован и имплантирован нитиноловый саморасширяющийся стент ХАСТ 7×9×40 мм. На контрольной ангиографии – просвет ВСА восстановлен, признаков диссекций, экстравазаций и других осложнений нет. Кровоток по ВСА ТІСІ 3 (рис. 5, б).

Система дистальной церебральной защиты удалена. Время от первых симптомов ишемиче-

ского инсульта до успешной ревазуляризации ТІСІ 3 ВСА и СМА составило 4 ч. Вечером пациент экстубирован, на момент осмотра сумма баллов по шкале NIHSS – 0. Спустя 24 ч после эндоваскулярной ревазуляризации по результатам КТ головного мозга признаки геморрагической трансформации отсутствуют. Через 10 дней пациент выписан из стационара под наблюдение специалистов по месту жительства. Через 3 мес функциональный исход заболевания был оценен по модифицированной шкале Рэнкина (mRs 0 баллов). Данная шкала была разработана в 1988 г. для оценки функциональных исходов больных, перенесших инсульт. Шкала Рэнкина позволяет оценить степень инвалидизации после инсульта и включает пять степеней инвалидизации после инсульта. Сумма баллов по данной шкале 0–2 через 3 мес после перенесенного инсульта оценивается как благоприятный исход.

### Обсуждение

В литературе описаны различные варианты ревазуляризации тандемной окклюзии. При антеградной стратегии в первую очередь выполняется ревазуляризация шейного сегмента ВСА (только ТЛБАП или ТЛБАП и стентирование), а затем дистальная ревазуляризация интракраниальной окклюзии. Ретроградная стратегия ревазуляризации, наоборот, заключается во внутрисосудистой тромбоэмболэктомии (ВСТЭ) из СМА на первом этапе, а далее выполняется реконструкция пораженного отдела

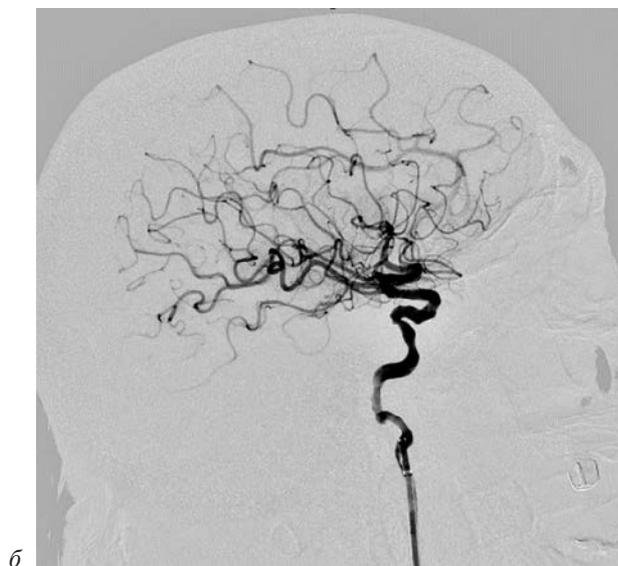


Рис. 4. Ангиограммы правой ВСА и ее ветвей:

а – прямая проекция, отмечается реперфузия правой СМА (обведено черной линией); б – боковая проекция, отмечается реперфузия правой СМА



Рис. 5. Ангиограмма правой ВСА:

*а* – овалом отмечена диссекция в проксимальной трети ВСА; *б* – результат после стентирования (стрелка)

экстракраниальной ВСА. Тем не менее отсутствуют четкие рекомендации, лечебные алгоритмы и оптимальная эндоваскулярная тактика при данной сочетанной патологии бассейна ВСА [7].

Лечебный эффект ВСТЭ у пациентов с тандемными поражениями был сопоставим с таковым при изолированной внутричерепной окклюзии в метаанализе HERMES Collaboration [6], однако об оптимальной стратегии реваскуляризации экстракраниального поражения не сообщалось и многие пациенты с промежуточным стенозом (< 70–80%) были включены, особенно в рандомизированное клиническое исследование MR CLEAN [8]. Экстренное стентирование сонных артерий в сочетании с внутричерепной ВСТЭ является одним из лечебных подходов при тандемных поражениях, однако некоторые операторы предпочитают не стентировать ВСА при остром ишемическом инсульте из-за необходимости применения перипроцедурных антитромботических средств, которые теоретически могут увеличить риск геморрагических осложнений.

Таким образом, единого общепринятого лечебного алгоритма при тандемном поражении ВСА и СМА на сегодняшний день не существует [9, 10]. Количество исследований, посвященных тактике лечения пациентов с тандемными поражениями ВСА и СМА, невелико, как невелико и число включенных в них пациентов. В этом контексте только результаты текущих

рандомизированных клинических исследований TITAN и EASI-TOC, предпринятых для определения оптимальной тактики лечения у пациентов с тандемными поражениями ВСА, помогут определить пользу от экстренной установки стента или ее отсутствие в данной группе пациентов.

### Заключение

Данное клиническое наблюдение демонстрирует, что ретроградная стратегия реваскуляризации тандемного поражения ВСА, которая была выбрана ввиду более короткого времени интракраниальной реканализации, является эффективным и безопасным методом лечения. Также назначение двойной антиагрегантной терапии (тикагрелор 180 мг и аспирин 300 мг) перед имплантацией стента пациенту, который получает ВВ ТЛТ, не повлияло на развитие геморрагической трансформации ранее ишемизированной мозговой ткани.

### Литература/References

1. Jadhav A.P., Zaidat O.O., Liebeskind D.S., Yavagal D.R., Haussen D.C., Hellinger F.R. et al. Emergent management of tandem lesions in acute ischemic stroke. *Stroke*. 2019; 50: 428–33. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.021893
2. Goyal M., Menon B.K., van Zwam W.H., Dippel D.W., Mitchell P.J., Demchuk A.M. et al.; HERMES collaborators. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet*. 2016; 387: 1723–31. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00163-X
3. Assis Z., Menon B.K., Goyal M., Demchuk A.M., Shankar J., Rempel J.L. et al.; ESCAPE Trialists. Acute ischemic stroke with tandem lesions: technical endovascular management and

- clinical outcomes from the ESCAPE trial. *J. Neurointerv. Surg.* 2018; 10: 429–33. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013316
4. Anadani M., Spiotta A.M., Alawieh A., Turjman F., Piotin M., Haussen D.C. et al.; TITAN (Thrombectomy In TANdem Lesions) Investigators. Emergent carotid stenting plus thrombectomy after thrombolysis in tandem strokes: analysis of the TITAN Registry. *Stroke.* 2019; 50: 2250–2. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.024733
  5. Bracard S., Ducrocq X., Mas J.L., Soudant M., Oppenheim C., Moulin T. et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2016; 15: 1138–47. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)30177-6
  6. Goyal M., Menon B.K., van Zwam W.H., Dippel D.W.J., Mitchell P.J., Demchuk A.M. et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet Lond. Engl.* 2016; 387: 1723–31. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00163-X
  7. Gory B., Piotin M., Haussen D.C., Steglich-Arnholm H., Holtmannspötter M., Labreuche J. et al.; TITAN Investigators. Thrombectomy in acute stroke with tandem occlusions from dissection versus atherosclerotic cause. *Stroke.* 2017; 48: 3145–48. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.018264
  8. Berkhemer O.A., Fransen P.S.S., Beumer D., van den Berg L.A., Lingsma H.F., Yoo A.J. et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372: 11–20. DOI: 10.1056/NEJMoa1411587
  9. Mbabuike N., Gassie K., Brown B., Miller D.A., Tawk R.G. Revascularization of tandem occlusions in acute ischemic stroke: review of the literature and illustrative case. *Neurosurg. Focus.* 2017; 42 (4): 15. DOI: 10.3171/2017.1.FOCUS16521
  10. Rangel-Castilla L., Rajah G.B., Shakir H.R., Shallwani H., Gandhi S., Davies J.M. et al. Management of acute ischemic stroke due to tandem occlusion: should endovascular recanalization of the extracranial or intracranial occlusive lesion be done first? *Neurosurg. Focus.* 2017; 42: 4–16.

© Коллектив авторов, 2023

УДК 616.137-089.819.1]:578.834.11

## Гибридная реваскуляризация: открытая тромбэктомия из подвздошных артерий с последующим стентированием на фоне COVID-19

А.Н. Казанцев<sup>1</sup>✉, А.А. Сироткин<sup>1</sup>, П.Д. Палагин<sup>1</sup>, О.Ш. Мухторов<sup>1</sup>, О.В. Лебедев<sup>1</sup>,  
А.В. Коротких<sup>2</sup>, И.В. Черникова<sup>2</sup>, В.М. Унгуриян<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ОГБУЗ «Костромская областная клиническая больница им. Королёва Е.И.», Кострома, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» Минздрава России, Благовещенск, Российская Федерация

<sup>3</sup>ОГБУЗ «Костромской клинический онкологический диспансер», Кострома, Российская Федерация

✉ **Казанцев Антон Николаевич**, заведующий отделением сосудистой хирургии; orcid.org/0000-0002-1115-609X, e-mail: dr.antonio.kazantsev@mail.ru

**Сироткин Алексей Андреевич**, сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-7646-4325

**Палагин Петр Дмитриевич**, сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8922-2456

**Мухторов Отабек Шавкатович угли**, сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-3650-7677

**Лебедев Олег Владимирович**, канд. мед. наук, заместитель главного врача по лечебной работе; orcid.org/0000-0002-2452-1631

**Коротких Александр Владимирович**, главный врач; orcid.org/0000-0002-9709-1097

**Черникова Ирина Владимировна**, ординатор; orcid.org/0000-0002-7344-3983

**Унгуриян Владимир Михайлович**, главный врач; orcid.org/0000-0003-2094-0596

### Резюме

В рамках настоящей статьи представлен клинический случай экстренной гибридной операции мужчины 69 лет с тромбозом артерий нижних конечностей, вызванным COVID-19. Интерес представляет периоперационное медикаментозное ведение пациента с подбором режимов антикоагулянтной, дезагрегантной и противовирусной терапии. Реализованная тактика лечения показала свою эффективность и безопасность. Пациент выписан из учреждения в удовлетворительном состоянии.

**Ключевые слова:** COVID-19, коронавирус, новый коронавирус, коагулопатия, эндотелиит, тромбоз, тромбоз артерий нижних конечностей, ампутация, гибридная реваскуляризация, тромбэктомия, стентирование, SARS-CoV-2

**Для цитирования:** Казанцев А.Н., Сироткин А.А., Палагин П.Д., Мухторов О.Ш., Лебедев О.В., Коротких А.В., Черникова И.В., Унгуриян В.М. Гибридная реваскуляризация: открытая тромбэктомия из подвздошных артерий с последующим стентированием на фоне COVID-19. *Эндovasкулярная хирургия*. 2023; 10 (3): 357–63. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-357-363

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

Поступила 21.07.2023  
Принята к печати 29.08.2023

## Hybrid revascularization: open iliac thrombectomy with subsequent stenting in the background COVID-19

A.N. Kazantsev<sup>1</sup>✉, A.A. Sirotkin<sup>1</sup>, P.D. Palagin<sup>1</sup>, O.Sh. Mukhtorov<sup>1</sup>, O.V. Lebedev<sup>1</sup>,  
A.V. Korotkikh<sup>2</sup>, I.V. Chernikova<sup>2</sup>, V.M. Unguryan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ye.I. Korolyov Kostroma Regional Clinical Hospital, Kostroma, Russian Federation

<sup>2</sup>Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russian Federation

<sup>3</sup>Kostroma Clinical Oncological Dispensary, Kostroma, Russian Federation

✉ **Anton N. Kazantsev**, Head of Department of Vascular Surgery; orcid.org/0000-0002-1115-609X, e-mail: dr.antonio.kazantsev@mail.ru

**Aleksey A. Sirotkin**, Vascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7646-4325

**Petr D. Palagin**, Vascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8922-2456

**Otabek Sh. Mukhtorov**, Vascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3650-7677

**Oleg V. Lebedev**, Cand. Med. Sci., Deputy Chief Physician for Medical Work; orcid.org/0000-0002-2452-1631

**Aleksandr V. Korotkikh**, Chief Physician; orcid.org/0000-0002-9709-1097

**Irina V. Chernikova**, Resident Physician; orcid.org/0000-0002-7344-3983

**Vladimir M. Unguryan**, Chief Physician; orcid.org/0000-0003-2094-0596

**Abstract**

This article presents a clinical case of emergency hybrid surgery of a 69-year-old man with thrombosis of the arteries of the lower extremities caused by COVID-19. Of interest is the perioperative medical management of the patient with the selection of anticoagulant, antiplatelet and antiviral therapy regimens. The implemented treatment tactics showed their effectiveness and safety. The patient was discharged from the institution in satisfactory condition.

**Keywords:** COVID-19, coronavirus, new coronavirus, coagulopathy, endotheliitis, thrombosis, lower extremity artery thrombosis, amputation, hybrid revascularization, thrombectomy, stenting, SARS-CoV-2

**For citation:** Kazantsev A.N., Sirotkin A.A., Palagin P.D., Mukhtorov O.Sh., Lebedev O.V., Korotkikh A.V., Chernikova I.V., Unguryan V.M. Hybrid revascularization: open iliac thrombectomy with subsequent stenting in the background COVID-19. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023; 10 (3): 357–63 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10-3-357-363

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

Received July 21, 2023  
Accepted August 29, 2023

**Введение**

Неоднократно сообщалось о том, что SARS-CoV-2 вызывает три патологических процесса: цитокиновый шторм, воспаление эндотелия сосудов, коагулопатию [1–3]. Финалом совокупного развития этих состояний, как правило, являются тромбозы различной локализации [1–5]. Мировая литература свидетельствует о том, что в данных условиях наиболее часто поражаются артерии нижних конечностей [6–9]. Формирование острой ишемии на фоне окклюзирующего тромбоза магистрального сосуда требует немедленного проведения анальгетической, дезагрегантной/антикоагулянтной терапии с экстренной реваскуляризацией [6–10]. Но как в отечественных, так и зарубежных публикациях не отмечено удовлетворительных результатов подобной тактики лечения [6–10]. Более чем в половине случаев развивается ретромбоз с последующей необратимой ишемией конечности [6–10]. В конечном итоге частота ампутаций конечности, по разным данным, колеблется от 50 до 90% [1, 7–10].

Таким образом, и открытая тромбэктомия, и изолированная антикоагулянтная/деагрегантная терапия не характеризуются нужной эффективностью [11, 12]. На этом фоне отдельный интерес представляют гибридные способы реваскуляризации, когда хирургическая тактика сочетается с эндоваскулярными методами реконструкции [13–15]. В отечественной литературе (по данным электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) отсутствуют публикации, посвященные данному способу лечения в ситуации острого тромбоза артерий нижних конечностей на фоне COVID-19.

В настоящей статье приводится клинический случай успешной гибридной реваскуляризации у больного с COVID-19: открытая

тромбэктомия из подвздошных артерий с последующим стентированием.

**Описание случая**

Пациент К., 69 лет, госпитализирован 31.01.2022 г. с жалобами на сухой кашель, одышку при физической нагрузке, повышение температуры тела до 39,5° С, снижение аппетита, общую слабость.

Анамнез заболевания: считает себя больным с 26.01.2022 г. Положительный результат полимеразной цепной реакции на наличие COVID-19 получил 29.01.2022 г. Принимал арбидол, парацетамол. На этом фоне отмечалось усиление вышеуказанных симптомов.

Данные объективного осмотра: рост 174 см, масса тела 79 кг. Индекс массы тела 26,09 кг/м<sup>2</sup>. Скорость клубочковой фильтрации (мл/мин) 61,05 мл/мин/1,73м<sup>2</sup>. Температура тела 38,4° С. Общее состояние средней тяжести. Сознание ясное. Когнитивно снижен. Положение активное. Телосложение гиперстеническое. Кожные покровы бледные, сухие. Периферические лимфоузлы не увеличены. Движения в суставах и позвоночнике в полном объеме. Отеков нет. Сердечный толчок, выпячивания в прекардиальной области, ретростерральная и эпигастральные пульсации визуально не определяются. Набухание шейных (яремных) вен, расширение подкожных вен туловища и конечностей, а также видимая пульсация сонных и периферических артерий отсутствуют. Пульс 88 уд/мин, симметричный, удовлетворительного наполнения, нормального напряжения, сосудистая стенка вне пульсовой волны не прощупывается. Число сердечных сокращений соответствует пульсу. Тоны сердца приглушены, ритмичные. Артериальное давление 130/80 мм рт. ст. на обеих руках. Дыхание с кислородной поддержкой: увлажненный кислород через носовые канюли, ско-

## Лабораторные показатели

Показатель	Норма	31.01.2022 г.	08.02.2022 г.	19.02.2022 г.
<i>Общий анализ крови</i>				
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	4–9	5,04	5,1	5,78
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	3,8–5,5	4,9	4,53	4,8
Гемоглобин, г/л	130–160	134	125	130
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л	150–400	211	404	369
<i>Биохимический анализ крови</i>				
Креатинин, мкмоль/л	50–110	110	64	52
Глюкоза, ммоль/л	4–6,1	6,4	5,7	5,7
С-реактивный белок, мг/л	Менее 5	54,5	70	8,3
Интерлейкин 6, пг/мл	Менее 7	130	Более 300	–
Ферритин, нг/мл	21,81–274,66	1791,2	–	–
<i>Коагулограмма</i>				
АЧТВ, с	25–35	176,2	428,6	33
Протромбин по Квику, %	70–130	62	102	57
Протромбиновое время, с	11,5–16	16,0	12,7	15,1
МНО	0,8–1,2	1,36	0,99	1,45
Фибриноген, г/л	2–4	5,54	3,3	3,3
Д-димер, нг/мл	Менее 230	286	875	244

рость потока 10 л/мин. Сатурация (SpO<sub>2</sub>) 82% на атмосферном воздухе, 94% с кислородной поддержкой в прон-позиции. Система органов дыхания: грудная клетка правильной формы, левая и правая ее половины симметричны. При пальпации межреберные промежутки эластичные, болевых точек не выявлено. Частота дыхания составляет 18 в минуту. При аускультации над легкими дыхание жесткое. Живот правильной формы, симметричный. Подкожные вены брюшной стенки не расширены. Живот равномерно участвует в акте дыхания. При поверхностной пальпации живот мягкий, безболезненный. Поясничная область при осмотре не изменена. Почки в положении стоя и лежа на спине не пальпируются. Поколачивание по поясничной области безболезненно с обеих сторон. Мочеиспускание без особенностей.

По данным лабораторных исследований, отмечаются незначительная гипергликемия, повышение уровня С-реактивного белка (СРБ), интерлейкина 6 (ИЛ-6), ферритина, активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ), международного нормализованного отношения (МНО), фибриногена, Д-димера. Эти изменения свидетельствуют о наличии воспалительного синдрома и коагулопатии (см. таблицу).

По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) органов грудной клетки (ОГК): картина специфической вирусной

пневмонии. Степень поражения легочной ткани – 3 (65% поражения) (рис. 1).

Диагноз при поступлении: Новая коронавирусная инфекция (вирус идентифицирован от 29.01.2022 г.), среднетяжелая форма. Внегоспитальная полисегментарная двухсторонняя пневмония. КТ-3 (65%). Интоксикация. Дыхательная недостаточность 0–1 ст. Ишемическая болезнь сердца. Постинфарктный кардиосклероз (2015 г.). Гипертоническая болезнь III ст., риск 4. ХСН IIa ст.

Назначена терапия: фавипиравир 1800 мг 2 раза в день в первые сутки, далее по 800 мг 2 раза в день (8 дней); дексаметазон 10 мг 2 раза

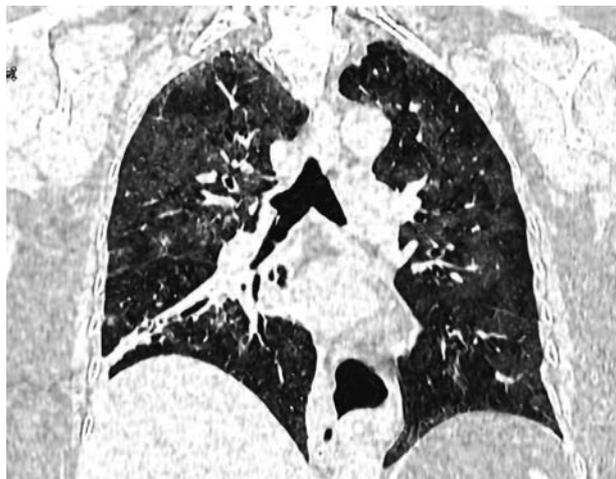


Рис. 1. МСКТ ОГК при госпитализации. Степень поражения легочной ткани – 3 (65% поражения)

в день (внутривенно (в/в) капельно); клексан 0,4 мл 2 раза в день (подкожно).

08.02.2022 г. у пациента развивается болевой синдром в икроножной мышце и стопе левой нижней конечности (н/к), вызван сосудистый хирург. При осмотре левая нижняя конечность бледная, холодная, пульс на всех уровнях отсутствует, отеков нет, пальпация безболезненная, чувствительность снижена на стопе, активные движения в стопе заторможены, пассивные движения сохранены.

По данным лабораторных исследований, у пациента увеличился уровень тромбоцитов, СРБ, ИЛ-6, АЧТВ, протромбина по Квику, Д-димера (см. таблицу).

По данным цветового дуплексного сканирования артерий нижних конечностей: тромбоз общей подвздошной артерии (ОПА) и наружной подвздошной артерии (НПА) слева. На общей бедренной артерии (ОБА), поверхностной бедренной артерии (ПБА), большеберцовых артериях слева определяется коллатеральный кровоток. Начата немедленная медикаментозная терапия: кеторол 2,0 мл внутримышечно (в/м), ацетилсалициловая кислота 125 мг 1 раз в день, нефракционированный гепарин (начальная доза внутривенно болюсом 80 ЕД/кг и в/в инфузия с начальной скоростью 18 ЕД/кг/ч под контролем АЧТВ).

Выполнена МСКТ ангиография (АГ), по данным которой были визуализированы:

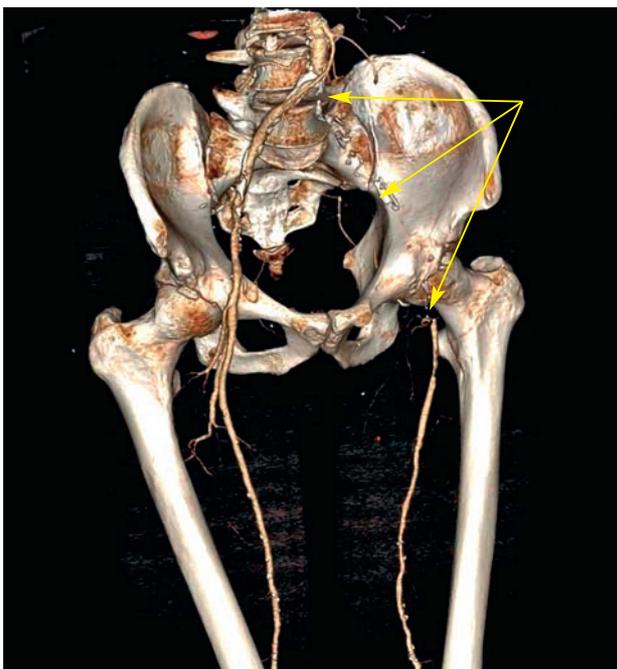


Рис. 2. МСКТ АГ артерий нижних конечностей. Стрелками отмечен тромбоз ОПА, НПА слева

тромбоз ОПА, НПА слева, гемодинамически значимые стенозы ОПА, НПА справа, кальциноз аорты, ОПА и НПА с двух сторон (рис. 2).

Коллегиально (сосудистый хирург, эндоваскулярный хирург, реаниматолог, анестезиолог, кардиолог) принято решение о выполнении гибридного вмешательства: открытая тромбэктомия из ОПА, НПА слева с последующим стентированием. Пациент получил нагрузочную дозу клопидогрела (300 мг внутрь).

**Ход операции.** Под местной анестезией, после обработки операционного поля, выполнен продольный разрез тканей в левой паховой области. Выделены ОБА, ПБА, глубокая бедренная артерия (ГБА). Артерии не пульсируют. Артерии пережаты сосудистыми зажимами. Выполнена поперечная артериотомия ОБА. В просвете артерии красный тромб. Тромб удален. Снят зажим с ПБА, получен удовлетворительный ретроградный кровоток. Наложен зажим на ПБА. Снят зажим с ГБА – ретроградный кровоток удовлетворительный. Наложен зажим на ГБА. Снят зажим с ОБА. Кровотока нет. Выполнена тромбэктомия из ОБА, НПА, ОПА (катетер Фогарти 6 F заходит на 30 см, далее проходит с трудом). Удалены тромботические массы, получен слабый антеградный кровоток (рис. 3).

Через артериотомический доступ в левую ОБА установлен интродьюсер 6 F. По проводнику в брюшной отдел аорты заведен диагностический катетер 6 F. Выполнена АГ левых подвздошных артерий. Устье ОПА субокклюзировано (рис. 4).

По диагностическому проводнику в левую ОПА с распространением на НПА заведен, позиционирован и раскрыт стент Zilver Flex 8×100 мм. Система доставки удалена. На контрольной АГ



Рис. 3. Тромботические массы из ОПА, НПА, полученные после открытой тромбэктомии катетером Фогарти



Рис. 4. Ангиография аорты и подвздошных артерий: окклюзия ОПА, НПА слева

остаточный стеноз в устье ОПА слева до 80%. По проводнику в зону остаточного стеноза заведен, позиционирован баллонный катетер 10,0×40 мм. Выполнена постдилатация на давлении до 8 атм. На контрольной АГ остаточный стеноз зоны стентирования 10%, дистальнее стентированного сегмента в ср/3 НПА определяется протяженный стеноз до 75%. По диагностическому проводнику в левую НПА с распространением на ОБА заведен, позиционирован и раскрыт стент Zilver Flex 8×80 мм (рис. 5).

Система доставки удалена. На контрольной ангиографии остаточный стеноз зоны стентирования до 0%. Инструмент удален. Антеградный кровоток магистрального типа, ретроградный – ламинарный. Артериотомический доступ ушит полипропиленовой нитью 6/0. Выполнен гемостаз. Наложены швы на рану с дренажом.

Локальный статус после операции: левая и правая нижние конечности без болевого синдрома, теплые, розовые, отеков нет, пальпация безболезненная, чувствительность сохранена, пульсация на всех уровнях удовлетворительная, активные и пассивные движения сохранены в полном объеме.

В послеоперационном периоде (1-е – 3-и сутки) пациент получал двойную дезагрегантную терапию (125 мг ацетилсалициловой кислоты + 75 мг клопидогрела), антикоагулянтную терапию (нефракционированный гепарин – в/в инфузия с начальной скоростью 18 ЕД/кг/ч под контролем АЧТВ). На 4-е сутки после операции нефракционированный гепарин был заменен на клексан 0,8 мл 2 раза в день.



Рис. 5. Ангиография ОПА, НПА слева после имплантации второго стента

18.02.2022 г. швы удалены, клиника ишемии конечности не рецидивировала. Состояние пациента удовлетворительное, жалоб не предъявляет, SpO<sub>2</sub> 98%. По данным лабораторных анализов, отмечается снижение уровня тромбоцитов, СРБ, АЧТВ, протромбина по Квику, Д-димером (см. таблицу).

Выполнена контрольная МСКТ АГ артерий н/к, по данным которой зона реконструкции проходима, данных за наличие тромбоза нет (рис. 6).

Пациент выписан из учреждения в удовлетворительном состоянии, рекомендована тера-

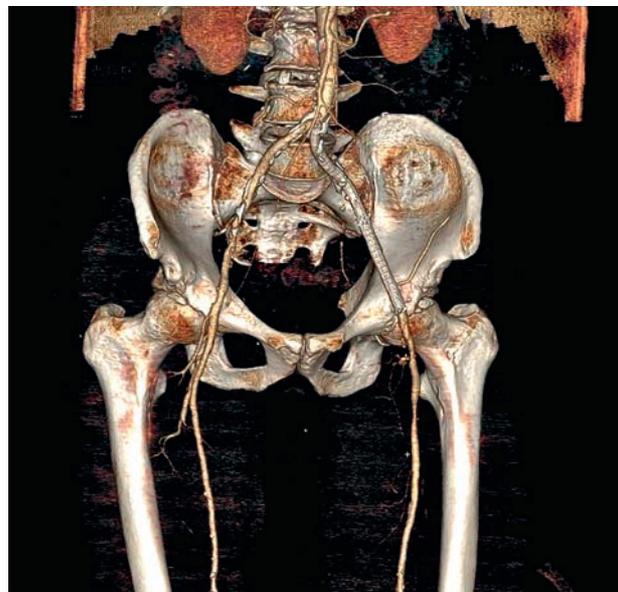


Рис. 6. Контрольная МСКТ АГ артерий н/к: зона реконструкции проходима, без признаков тромбоза

пия: 75 мг клопидогрела 1 раз в день + 2,5 мг ривароксабана 2 раза в день.

### Обсуждение

Разбирая причины острого тромбоза ОПА, НПА на фоне COVID-19, необходимо отметить, что, по данным МСКТ АГ, у пациента наблюдалось выраженное атеросклеротическое поражение аорты и артерий н/к. К тому же интраоперационно, при проведении катетера Фогарти в ретроградном направлении он проходил с трудом, что свидетельствовало о наличии гемодинамически значимых препятствий в подвздошных артериях. По данным лабораторных анализов, у больного отмечено прогрессирование воспалительного синдрома и коагулопатии (повышение уровня тромбоцитов, СРБ, ИЛ-6, АЧТВ, протромбина по Квику, Д-димера). Таким образом, на фоне наличия эндотелиита, гемодинамически значимого стеноза, среднетяжелого течения COVID-19 данная область в первую очередь подверглась окклюзирующему тромбозу.

Необходимо отметить, что в представленном клиническом наблюдении выбор в пользу открытой операции в виде бифуркационного аортобедренного протезирования был не оптимален, что связывалось с тяжестью состояния пациента (среднетяжелое течение новой коронавирусной инфекции, дыхательная недостаточность). Коагулопатия, развившаяся на этом фоне, могла бы стать причиной геморрагических осложнений в раннем послеоперационном периоде (забрюшинная гематома и т. д.). К тому же данные хирургические вмешательства обычно выполняются под общей анестезией с применением искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [16–18]. В условиях COVID-19 и поражения легочной ткани дыхание через ИВЛ могло бы спровоцировать легочную баротравму, что ассоциируется с формированием пневмоторакса, пневмомедиастинума, эмфиземы [19–21]. Наличие этих состояний не только могло бы осложнить течение послеоперационного периода, но и привести к летальному исходу [19–22].

По данным литературы, профилактировать повторный тромбоз атеросклеротически измененного артериального участка с явлениями эндотелиита можно, только ликвидировав его [23, 24]. Открытая операция, как и шунтирование, ассоциировалась с высоким риском развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий. Ограничение только тромбэктомией с применением катетера Фогарти также могло быть мало-

результативным и привело бы к ретромбозу в раннем послеоперационном периоде. Поэтому выполнение гибридной реваскуляризации в указанном объеме являлось наиболее оптимальным вариантом лечения.

Таким образом, хирургические стационары, оказывающие помощь больным с COVID-19, должны быть обеспечены сосудистой и рентгенэндоваскулярной службой в режиме 24/7, что позволит иметь полный арсенал возможных вариантов экстренной реваскуляризации на фоне острого тромбоза артерий нижних конечностей и снизит частоту ампутаций.

### Заключение

Гибридная реваскуляризация в объеме открытой тромбэктомии и стентирования ОПА, НПА доказала свою эффективность и безопасность у пациента с острым тромбозом на фоне COVID-19.

### Литература/References

1. Линец Ю.П., Артюхов С.В., Казанцев А.Н., Зайцева Т.Е., Рошковская Л.В., Соколова С.В. и др. Течение COVID-19 у вакцинированных пациентов. *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского*. 2021; 10 (4): 636–41. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-4-636-641
2. Linets Yu.P., Artyukhov S.V., Kazantsev A.N., Zaitseva T.E., Roshkovskaya L.V., Sokolova S.V., Chikin A.E., Enova G.K., Kondakov S.B. The course of COVID-19 in vaccinated patients. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency medical care"*. 2021; 10 (4): 636–41 (in Russ.). DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-4-636-641
3. Стяжкина С.Н., Климентов М.Н., Спиридонова А.К., Ирбитова А.С. Мезентериальный тромбоз при COVID-19 (клиническое наблюдение). *StudNet*. 2021; 4 (1): 7. Styazhkina S.N., Klimentov M.N., Spiridonova A.K., Irbitova A.S. Mesenteric thrombosis in COVID-19 (clinical observation). *StudNet*. 2021; 4 (1): 7 (in Russ.).
4. Линец Ю.П., Артюхов С.В., Казанцев А.Н., Зайцева Т.Е., Чикин А.Е., Рошковская Л.В. Тромбозы в структуре хирургических осложнений COVID-19. *Скорая медицинская помощь*. 2020; 21 (4): 24–9. DOI: 10.24884/2072-6716-2020-21-4-24-29
5. Linets Yu.P., Artyukhov S.V., Kazantsev A.N., Zaytseva T.E., Chikin A.E., Roshkovskaya L.V. Thrombosis in the structure of surgical complications of COVID-19. *Emergency Medical Care*. 2020; 21 (4): 24–9 (in Russ.). DOI: 10.24884/2072-6716-2020-21-4-24-29
6. Ньматзода О., Гаиров А.Д., Калмыков Е.Л., Баратов А.К. COVID-19-ассоциированный артериальный тромбоз. *Вестник Авиценны*. 2021; 23 (1): 85–94. DOI: 10.25005/2074-0581-2021-23-1-85-9
7. Nematzoda O., Gaibov A.D., Kalmykov E.L., Baratov A.K. COVID-19-associated arterial thrombosis. *Avicenna Bulletin*. 2021; 23 (1): 85–94 (in Russ.). DOI: 10.25005/2074-0581-2021-23-1-85-9
8. Казанцев А.Н., Черных К.П., Хахимов К.А., Багдавадзе Г.Ш. Накопленный опыт лечения COVID-19. Собственные наблюдения и мировые данные. Обзор литературы. *Медицина в Кузбассе*. 2021; 20 (2): 20–8. DOI: 10.24411/2687-0053-2021-10016
9. Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Khatsimov K.A., Bagdavazze G.Sh. Accumulated experience in the treatment of COVID-19. Own observations and world data. Literature review. *Medicine in Kuzbass*. 2021; 20 (2): 20–8 (in Russ.). DOI: 10.24411/2687-0053-2021-10016

6. Burley N.B., Dy P.S., Kalantri S., Razzaq K. Aortic thrombosis and acute limb ischemia secondary to COVID hypercoagulability. *Cureus*. 2021; 13 (7): e16171. DOI: 10.7759/cureus.16171
7. Fahad A.M., Al-Khalidi H.A., Altimimi Y.Q.M. Surgical thrombectomy versus conservative treatment in cases of acute limb ischemia with COVID-19 pneumonia. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021; 20 (4): 2885. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2885  
Fahad A.M., Al-Khalidi H.A., Altimimi Y.Q.M. Surgical thrombectomy versus conservative treatment in cases of acute limb ischemia with COVID-19 pneumonia. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021; 20 (4): 2885 (Ingl.). DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2885
8. Dao L., Lund A., Schibler C.D., Yoshioka C.A., Barsky M. A case of COVID-19-associated free-floating aortic thrombus successfully treated with thrombectomy. *Am. J. Case Rep*. 2021; 22: e933225. DOI: 10.12659/AJCR.933225
9. Alhumaid A., Altoijry A., Aljabri B., Iqbal K., AlGhofli H. A patient-tailored approach to management of acute limb ischemia in patients with COVID-19: a case series. *Am. J. Case Rep*. 2022; 23: e935264. DOI: 10.12659/AJCR.935264
10. Казанцев А.Н., Черных К.П., Багдавадзе Г.Ш., Заркуа Н.Э., Калинин Е.Ю., Артюхов С.В. и др. Экспресс-выделение подколенной артерии по А.Н. Казанцеву при остром тромбозе на фоне течения COVID-19. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (5): 113–20. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4413  
Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Bagdavazde G.Sh., Zarkua N.E., Kalinin E.Yu., Artyukhov S.V. et al. Express isolation of the popliteal artery according to A.N. Kazantsev in acute thrombosis against the background of the course of COVID-19. *Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26 (5): 113–20 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4413
11. Казанцев А.Н. Тромбэктомия vs консервативное лечение у больных с COVID-19. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021; 20 (4): 99–101. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2931  
Kazantsev A.N. Thrombectomy vs conservative treatment in patients with COVID-19. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021; 20 (4): 99–101 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2931
12. Казанцев А.Н., Коротких А.В., Черных К.П., Заркуа Н.Э., Жарова А.С., Лидер Р.Ю. и др. Выбор антикоагулянтной и дезагрегантной терапии у пациентов с COVID-19 после тромбэктомии из артерий нижних конечностей. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021; 63 (6): 557–64. DOI: 10.24022/0236-2791-2021-63-6-557-564  
Kazantsev A.N., Korotkikh A.V., Chernykh K.P., Zarkua N.E., Zharova A.S., Lider R.Yu. et al. The choice of anticoagulant and antiplatelet therapy in patients with COVID-19 after thrombectomy from the arteries of the lower extremities. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021; 63 (6): 557–64 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-2021-63-6-557-564
13. Dinoto E., Pecoraro F., Ferlito F., Tortomas G., Mirabella D., Bajardi G. Multilevel diabetic foot revascularization in COVID 19 patient: case report. *Int. J. Surg. Case Rep*. 2021; 84: 106132. DOI: 10.1016/j.ijscr.2021.106132
14. Dinoto E., Ferlito F., Urso F., Pakeliani D., Bajardi G., Pecoraro F. Mechanical rotational thrombectomy in long femoropopliteal artery and stent occlusion in COVID-19 patient: Case report. *Int. J. Surg. Case Rep*. 2021; 84: 106133. DOI: 10.1016/j.ijscr.2021.106133
15. Schwebelin C., Nachulla A.L., Roffi M., Glauser F. Delayed manifestation of COVID-19 presenting as lower extremity multilevel arterial thrombosis: a case report. *Eur. Heart J. Case Rep*. 2020; 4 (6): 1–4. DOI: 10.1093/ehjcr/ytaa371
16. Бурков Н.Н., Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Ануфриев А.И., Барбараш Л.С. Предикторы неблагоприятных исходов реконструктивных вмешательств на аортобедренном сегменте в отдаленном периоде наблюдения. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2018; 60 (1): 55–60. DOI: 10.24022/0236-2791-2018-60-1-55-60  
Burkov N.N., Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Anufriev A.I., Barbarash L.S. Predictors of adverse outcomes of reconstructive interventions on the aortofemoral segment in the long-term follow-up period. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2018; 60 (1): 55–60 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-2018-60-1-55-60
17. Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Баяндин М.С., Гусельникова Ю.И. Позднее осложнение подвздошно-бедренного протезирования: гигантская псевдоаневризма бранши протеза в области дистального анастомоза. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2021; 3: 73–7. DOI: 10.17116/hirurgia.202103173  
Kazantsev A.N., Burkov N.N., Bayandin M.S., Guseynikova Yu.I. Late complication of iliofemoral prosthesis: giant pseudoaneurysm of the prosthesis branch in the area of the distal anastomosis. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2021; 3: 73–7 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia.202103173
18. Бурков Н.Н., Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Ануфриев А.И., Барбараш Л.С. Результаты реконструктивных вмешательств на аортобедренном сегменте у пациентов с мультифокальным атеросклерозом. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018; 5: 13–8. DOI: 10.17116/hirurgia.2018513-18  
Burkov N.N., Kazantsev A.N., Tarasov R.S., Anufriev A.I., Barbarash L.S. Results of reconstructive interventions on the aortofemoral segment in patients with multifocal atherosclerosis. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2018; 5: 13–8 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia.2018513-18
19. Gosangi B., Rubinowitz A.N., Irugu D., Gange C., Bader A., Cortopassi I. COVID-19 ARDS: a review of imaging features and overview of mechanical ventilation and its complications. *Emerg. Radiol*. 2022; 29 (1): 23–34. DOI: 10.1007/s10140-021-01976-5
20. Carerj M.L., Bucolo G.M., Mazziotti S., Blandino A., Booz C., Cicero G., D'Angelo T. Pulmonary barotrauma in patient suffering from COVID-19. *Heliyon*. 2022; 8 (1): e08745. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e08745
21. Ядренцева С.В., Нуднов Н.В., Гасымов Э.Г., Пронькина Е.В. КТ-диагностика осложнений, возникающих при естественном течении и терапии COVID-19. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102 (3): 183–95. DOI: 10.20862/0042-4676-2021-102-3-183-195  
Yadrentseva S.V., Nudnov N.V., Gasymov E.G., Pron'kina E.V. CT diagnostics of complications arising from the natural course and therapy of COVID-19. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102 (3): 183–95 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2021-102-3-183-195
22. Shrestha D.B., Sedhai Y.R., Budhathoki P., Adhikari A., Pokharel N., Dhakal R. et al. Pulmonary barotrauma in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Med. Surg. (Lond)*. 2022; 73: 103221. DOI: 10.1016/j.amsu.2021.103221
23. Казанцев А.Н., Черных К.П., Артюхов С.В., Багдавадзе Г.Ш., Джанелидзе М.О., Лидер Р.Ю. и др. Каротидная эндартерэктомия у пациентов с тромбозом внутренней сонной артерии в остром периоде ишемического инсульта на фоне COVID-19. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021; 121 (10): 25–31. DOI: 10.17116/jnevro202112110125  
Kazantsev A.N., Chernykh K.P., Artyukhov S.V., Bagdavazde G.Sh., Dzhanelidze M.O., Lider R.Yu. et al. Carotid endarterectomy in patients with thrombosis of the internal carotid artery in the acute period of ischemic stroke on the background of COVID-19. *The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry*. 2021; 121 (10): 25–31 (in Russ.). DOI: 10.17116/jnevro202112110125
24. Казанцев А.Н., Артюхов С.В., Черных К.П., Шабаев А.Р., Багдавадзе Г.Ш., Чикин А.Е. и др. Экстренная каротидная эндартерэктомия при тромбозе внутренней сонной артерии на фоне COVID-19. *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского*. 2021; 10 (3): 477–83. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-3-477-483  
Kazantsev A.N., Artyukhov S.V., Chernykh K.P., Shabayev A.R., Bagdavazde G.Sh., Chikin A.E. et al. Emergency carotid endarterectomy for thrombosis of the internal carotid artery against the background of COVID-19. *Russian Sklifovskiy Journal "Emergency Medical Care"*. 2021; 10 (3): 477–83 (in Russ.). DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-3-477-483

## Памяти Нарека Вардановича Закаряна



2 августа 2023 года на 50-м году жизни скоропостижно скончался наш коллега и друг, один из лидеров нашей страны в области рентгенэндоваскулярной хирургии, член редакционной коллегии журнала «Эндоваскулярная хирургия», руководитель Центра сердечно-сосудистой хирургии, заведующий отделением рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения, профессор кафедры скорой медицинской помощи, неотложной и экстремальной медицины, главный внештатный специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению Управления делами Президента Российской Федерации Закарян Нарек Варданович.

Его путь в медицине начался в 1990 году, когда, будучи студентом Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова, он был зачислен лаборантом, а с 1996 года — медбратом клинко-диагностического отделения Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН.

В 1998 году Нарек Варданович поступил в клиническую ординатуру Центра им. А.Н. Бакулева по специальности «сердечно-сосудистая хирургия». После успешного завершения ординатуры, в 2000–2003 годах он продолжил обучение в аспирантуре Центра. За годы обучения он стал настоящим профессионалом в области рентгенэндоваскулярной хирургии. Пылкий ум, энергетика, жажда новаторства не остались незамеченными. По окончании аспирантуры На-

рек Варданович был зачислен в штат отделения рентгенхирургических методов исследования и лечения сердца и сосудов Центра им. А.Н. Бакулева на должность младшего научного сотрудника. В 2006 году он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Стентирование коронарных артерий при остром инфаркте миокарда» и был переведен на должность старшего научного сотрудника. К этому времени Нарек Варданович стал признанным экспертом и лидером в данной области медицины. С 2008 года становится куратором нового направления — интраоперационной диагностики состоятельности коронарных шунтов у пациентов после операции АКШ (интраоперационная шунтография).

В 2012 году Нарек Варданович был приглашен на работу в качестве руководителя отделения рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения в Клиническую больницу № 1 Управления делами Президента Российской Федерации. За прошедший с того времени период он создал профессиональную команду специалистов, которые внедрили практически все современные инновационные рентгенэндоваскулярные технологии лечения заболеваний сердца и сосудов в КБ № 1 УДП РФ. В 2021 году Нарек Варданович стал победителем Всероссийского конкурса врачей в номинации «Лучший врач по диагностическим исследованиям».

При всей своей практической загруженности Нарек Варданович жил яркой и красивой жизнью, подавая пример жизнелюбия и даря окружающим свою энергетiku.

2 августа 2023 года Нарек Варданович внезапно скончался от ишемической болезни сердца, от которой за свою жизнь вылечил тысячи пациентов. По воле рока это случилось не на рабочем месте, а «скорая помощь» к Нареку Вардановичу просто не успела...

Особенно тяжело осознавать, что человек был молод, полон сил и энергии, желаний и увлечений, но не успел реализовать многое из задуманного.

Эта утрата — огромное горе для любящей семьи, друзей и коллег.

*Редакционная коллегия  
журнала «Эндоваскулярная хирургия»*