



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
П/И № 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

**Литературные редакторы,
корректоры**
Антонова И.В., Кириленко А.М.,
Шижкова Э.В.

**Компьютерная верстка
и обработка графического
материала**
Еремина Т.А.

Номер подписан в печать 30.06.2025

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 15,5

Усл. печ. л. 15,2

Уч.-изд. л. 14,3

Печать офсетная

Тираж 1000 экз.

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

Подписной индекс
АО Агентство «Роспечать» 10809

Журнал индексируется:
Российский индекс
научного цитирования

ISSN 2409-4080



9 772409 408770 >

Эндоваскулярная хирургия
2025; 12 (2): 151–274
DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2

ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал

Выходит один раз в три месяца

Основан в 2014 г.

DOI 10.24183/2409-4080

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

2025 • Т. 12 • № 2

Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

Зам. главного редактора

Абугув С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

Ответственный секретарь

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

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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



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

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

We accept no responsibility for the content of advertising materials

Editorial Office

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

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

The journal is indexed:

Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery
2025; 12 (2): 151–274
DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2

Russian Journal of Endovascular Surgery

Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

DOI: 10.24183/2409-4080

2025 • Vol. 12 • No. 2

Editor-in-Chief

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

Deputy Editors

Abugov S.A., Professor (Moscow)

Kavteladze Z.A., Professor (Moscow)

Protopopov A.V., Professor (Krasnoyarsk)

Executive Secretary

Staferov A.V., PhD (Moscow)

Editorial Board

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

Chernyavskiy M.A., PhD (Saint Petersburg)

Fedorchenko A.N., PhD (Krasnodar)

Ganyukov V.I., PhD (Kemerovo)

Granada J.F. (New York, USA)

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

Kandyba D.V. (Saint Petersburg)

Krestyaninov 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)

Advisory Board

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

Belozerov G.E., Professor (Moscow)

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

Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)

Chestukhin V.V., Professor (Moscow)

Dzemeshevich S.L., Professor (Moscow)

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

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

Karaskov A.M., Academician of RAS

(Novosibirsk)

Khbulava G.G., Academician of RAS

(Saint Petersburg)

Mazaev V.P., Professor (Moscow)

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

Porkhanov V.A., Academician of RAS

(Krasnodar)

Prokubovskiy V.I., Professor (Moscow)

Rabkin I.Kh., Corresponding Member of RAS

(Boston, USA)

Shakhov B.E., Professor (Nizhniy Novgorod)

Shlyakhto E.V., Academician of RAS

(Saint Petersburg)

Shneider Yu.A., Professor (Kaliningrad)

Shpektor A.V., Professor (Moscow)

Sukhov V.K., Professor (Saint Petersburg)

Zatevakhin I.I., Academician of RAS (Moscow)

Эндоваскулярная хирургия

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

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

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

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

Индексируется в Российском индексе научного цитирования.

Выходит один раз в три месяца.

Публикация статей в журнале бесплатная.

Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya)

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

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

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

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

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

От главного редактора

155 From the Editor-in-Chief

Обзоры

Reviews

Гришин Н.С., Меркулов Е.В., Ширяев А.А. Эволюция подходов к реваскуляризации незащищенного ствола левой коронарной артерии

157 **Grishin N.S., Merkulov E.V., Shiryaev A.A.** Evolution of revascularization strategies for unprotected left main coronary artery

Пасхин П.В., Новиков П.В., Белоусов А.О. Биорезорбируемые скаффолды в эндоваскулярной хирургии: молекулярные механизмы резорбции, клиническая эффективность и перспективы применения

171 **Pashkin P.V., Novikov P.V., Belousov A.O.** Bioresorbable scaffolds in endovascular surgery: molecular mechanisms of resorption, clinical efficacy and application prospects

Оригинальные статьи

Original articles

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

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

Васильев А.В., Площенко Е.В., Антипов Е.А., Великоцкий А.А., Кузяев Д.Д., Леваненко-Каширский Н.А., Магомедов Ш.М., Апаньева В.С., Карнаухова В.О., Бех Г.В. Исследование использования браслета Ньюмен с одновременным пережатием локтевой и лучевой артерий и частоты осложнений при его применении

190 **Vasilyev A.V., Ploshchenkov E.V., Antipov E.A., Velikotskiy A.A., Kuzyaev D.D., Levanenko-Kashirskiy N.A., Magomedov Sh.M., Ananyeva V.S., Karnaukhova V.O., Bekh G.V.** A study of the use of the Newman band with simultaneous ulnar and radial artery clamping and the incidence of complications during its application

Мовсесянц М.Ю., Захаров А.С., Жариков С.Б., Панова Н.Е., Калашников В.Ю. Непосредственные и отдаленные результаты использования ротационной атерэктомии при лечении рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента

198 **Movsesyants M.Yu., Zakharov A.S., Zharikov S.B., Panova N.E., Kalashnikov V.Yu.** Immediate and long-term results of rotational atherectomy in the treatment of in-stent restenosis in the femoropopliteal segment

Струценко М.В., Болотов П.А., Логвиненко Р.Л., Полянский В.Д., Муртазалиева Д.М., Сошина Т.Д., Парфенов И.П. Воспаление как прогностический фактор исхода эндоваскулярного лечения инсульта пробуждения

208 **Strutsenko M.V., Bolotov P.A., Logvinenko R.L., Polyanskiy V.D., Murtazaliev D.M., Soshina T.D., Parfenov I.P.** Inflammation as a prognostic factor for the outcome of endovascular treatment of wake-up stroke

Клинические наблюдения

Case reports

Ларионов А.А., Николаева Е.В., Кретов Е.И. Антеградная реканализация хронических тотальных окклюзий коронарных артерий под внутрисосудистым ультразвуковым контролем

217 **Larionov A.A., Nikolaeva E.V., Kretov E.I.** Recanalization of chronic total occlusions of coronary arteries under intravascular ultrasound guidance

Седгарян М.А., Кудринский А.В., Спицарь А.В., Патлачук М.В., Покровский К.А., Григорян Д.А. Острый инфаркт миокарда у пациента с единой коронарной артерией по типу L-I

226 **Sedgaryan M.A., Kudrinskiy A.V., Snitsar A.V., Patlachuk M.V., Pokrovskiy K.A., Grigoryan D.A.** Acute myocardial infarction in patient with single coronary artery of L-I type

Пасхин П.В., Новиков П.В., Белоусов А.О., Мурзайкина М.М. Успешное эндоваскулярное лечение травматического инфаркта миокарда в результате спортивной травмы грудной клетки

233 **Pashkin P.V., Novikov P.V., Belousov A.O., Murzaykina M.M.** Successful endovascular treatment of traumatic myocardial infarction as a result of a sports injury to the chest

Суслов Е.С., Белый А.И., Ефимов В.В., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Эндоваскулярное лечение сочетанной патологии внутренней сонной артерии у пациента с рецидивирующими транзиторными ишемическими атаками

243 **Suslov E.S., Belyy A.I., Efimov V.V., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A.** Endovascular treatment of combined pathology of the internal carotid artery in a patient with recurrent transient ischemic attacks

Шеголев А.А., Папоян С.А., Асатурян К.С., Громов Д.Г., Шагинян Г.Г., Сыромьятников Д.Д., Амirkhanyan Д.С. Гибридные операции при остром артериальном тромбозе

250 **Shchegolev A.A., Papoyan S.A., Asaturyan K.S., Gromov D.G., Shaginyan G.G., Syromyatnikov D.D., Amirkhanyan D.S.** Hybrid surgery for acute arterial thrombosis

Францевич А.М., Корзунов С.С., Шиповский В.Н., Затевахин И.И. Эндоваскулярное вмешательство как вариант выбора при непреднамеренной окклюзии почечной артерии после эндопротезирования брюшной аорты

258 **Frantsevich A.M., Korzunov S.S., Shipovskiy V.N., Zatevakhin I.I.** Endovascular intervention as an option of choice in case of unintentional occlusion of the renal artery after endoprosthesis of the abdominal aorta

Жуков О.Б., Сафин Д.А. Венозные мальформации полового члена взрослых и детей

265 **Zhukov O.B., Safin D.A.** Venous malformations of the penis in adults and children

От главного редактора

Уважаемые коллеги!

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

Открывает номер обзорная статья Н.С. Гришина, Е.В. Меркулова и А.А. Ширяева, посвященная эволюции подходов к реваскуляризации при стенозирующих поражениях незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов с коронарной болезнью сердца. В следующем обзоре авторами П.В. Пасхиным, П.В. Новиковым и А.О. Белоусовым рассмотрены молекулярные механизмы резорбции биорезорбируемых скаффолдов, их клиническая эффективность и перспективы применения в эндоваскулярной хирургии.

Раздел оригинальных статей открывает работа Б.Г. Алекяна и соавт., в которой представлены отдаленные результаты лечения больных ишемической болезнью сердца с трехсосудистым поражением коронарных артерий с использованием методов внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения. Продолжает раздел статья А.В. Васильева и соавт., в которой приведены основные результаты исследования возможностей использования браслета для гемостаза Ньюмен с одновременным пережатием локтевой и лучевой артерий и частоты осложнений при его применении. Следующая оригинальная статья, М.Ю. Мовсесянца и соавт., посвящена непосредственным и отдаленным результатам использования ротационной атерэктомии при лечении рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента. Завершает данный раздел работа М.В. Струценко и соавт., в которой



представлены результаты исследования прогностической ценности маркеров системного воспаления для оценки клинического исхода эндоваскулярной терапии инсульта пробуждения.

Раздел клинических наблюдений открывает статья А.А. Ларионова и соавт., в которой освещены возможности внутрисосудистой визуализации при антеградной реканализации хронических тотальных окклюзий коронарных артерий. В следующем клиническом наблюдении, М.А. Седгаряна и соавт., приведены результаты эндоваскулярного лечения острого инфаркта миокарда у пациента с единой коронарной артерией по типу L-I. В работе П.В. Пасхина и соавт. представлен клинический случай успешного эндоваскулярного лечения инфаркта миокарда, развившегося вследствие спортивной травмы грудной клетки. Продолжает раздел клинических наблюдений работа Е.С. Сулова и соавт., в которой рассмотрены возможности эндоваскулярного лечения сочетанной патологии внутренней сонной артерии у пациента с рецидивирующими транзиторными ишемическими атаками. В статье А.А. Щеголева и соавт. описаны клинические случаи выполнения гибридных операций при остром артериальном тромбозе. А.М. Францевич и соавт. представили

клиническое наблюдение эндоваскулярного лечения непреднамеренной окклюзии почечной артерии после эндопротезирования брюшной аорты. Завершает раздел описание клинических случаев лечения венозных мальформаций полового члена взрослых и детей, приведенное О.Б. Жуковым и Д.А. Сафиним.

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

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

Обзоры

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.132.2-089

Эволюция подходов к реваскуляризации незащищенного ствола левой коронарной артерии*Н.С. Гришин* ✉, *Е.В. Меркулов*, *А.А. Ширяев*ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова»
Минздрава России, Москва, Российская Федерация✉ **Гришин Никита Сергеевич**, аспирант; orcid.org/0009-0009-3556-9102, e-mail: n.s.grishin@mail.ru**Меркулов Евгений Владимирович**, д-р мед. наук, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0001-8193-8575**Ширяев Андрей Андреевич**, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, гл. науч. сотр.;
orcid.org/0000-0002-3325-9743**Резюме**

Атеросклеротическое поражение ствола левой коронарной артерии представляет собой одно из самых сложных поражений коронарного русла при ишемической болезни сердца и требует высокой точности в диагностике и индивидуального подхода к лечению. На протяжении десятилетий «золотым стандартом» лечения являлось коронарное шунтирование (КШ), однако с развитием технологий чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ), в частности с появлением стентов с лекарственным покрытием и внедрением внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ), эффективность ЧКВ значительно возросла.

Современные клинические исследования, включая SYNTAX, EXCEL, NOBLE, LE MANS и PRECOMBAT, продемонстрировали, что при низкой и средней анатомической сложности поражения (по шкале SYNTAX менее 33) ЧКВ сопоставимо с КШ по выживаемости и риску серьезных сердечно-сосудистых событий. Однако при более высокой анатомической сложности КШ по-прежнему имеет преимущество. Ключевым фактором успеха ЧКВ стало использование ВСУЗИ, позволяющее точно оценить анатомию, подобрать размер стента и оценить его раскрытие, снижая риск рестеноза и тромбоза.

Таким образом, ЧКВ является эффективной альтернативой КШ у определенных групп пациентов, а оптимизация вмешательств с помощью внутрисосудистой визуализации играет решающую роль в улучшении клинических исходов.

Ключевые слова: ствол левой коронарной артерии, внутрисосудистое ультразвуковое исследование, стентирование коронарных артерий, аортокоронарное шунтирование

Для цитирования: Гришин Н.С., Меркулов Е.В., Ширяев А.А. Эволюция подходов к реваскуляризации незащищенного ствола левой коронарной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 157–170. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-157-170

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.04.2025
Принята к печати 24.04.2025

Evolution of revascularization strategies for unprotected left main coronary artery*N.S. Grishin* ✉, *E.V. Merkulov*, *A.A. Shiryaev*

National Medical Research Center of Cardiology named after Academician E.I. Chazov, Moscow, Russian Federation

✉ **Nikita S. Grishin**, Postgraduate; orcid.org/0009-0009-3556-9102, e-mail: n.s.grishin@mail.ru**Evgeniy V. Merkulov**, Dr. Med. Sci., Chief Researcher; orcid.org/0000-0001-8193-8575**Andrey A. Shiryaev**, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Chief Researcher; orcid.org/0000-0002-3325-9743**Abstract**

Atherosclerotic lesions of the left main coronary artery represent one of the most complex coronary artery lesions in ischemic heart disease, requiring high diagnostic accuracy and an individualized approach to treatment. For decades, coronary artery bypass grafting (CABG) has been the “gold standard” treatment, but with the development of percutaneous coronary interventions (PCI) technologies, particularly with the advent of drug-eluting stents and the introduction of intravascular ultrasound (IVUS), the effectiveness of PCI has increased significantly. Modern clinical trials, including SYNTAX, EXCEL, NOBLE, LE MANS, and PRECOMBAT, have

demonstrated that in cases of low to intermediate anatomical complexity of the lesion (according to the SYNTAX score <33), PCI is comparable to CABG in terms of survival and the risk of major adverse cardiovascular events. However, in cases of higher anatomical complexity, CABG still has an advantage. A key factor in the success of PCI has been the use of IVUS, which allows for accurate assessment of anatomy, stent sizing, and evaluation of stent deployment, reducing the risk of restenosis and thrombosis. Thus, PCI is now an effective alternative to CABG in certain patient groups, and optimization of interventions using intravascular imaging plays a crucial role in improving clinical outcomes.

Keywords: left main coronary artery, intravascular ultrasound, coronary artery stenting, coronary artery bypass grafting

For citation: Grishin N.S., Merkulov E.V., Shiryayev A.A. Evolution of revascularization strategies for unprotected left main coronary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 157–170 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-157-170

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

Received April 03, 2025

Accepted April 24, 2025

Введение

Атеросклеротическое поражение ствола левой коронарной артерии (ЛКА) встречается у 5–8% пациентов, проходящих коронароангиографию [1, 2]. Наличие поражения ствола ЛКА, как изолированного, так и в сочетании с поражением других коронарных артерий, приводит к существенному увеличению риска жизнеугрожающих сердечно-сосудистых событий. Эндоваскулярное вмешательство на незащищенном стволе ЛКА относится к повышенной категории сложности и долгое время считалось неоправданно рискованным в связи с тем, что при развитии окклюзии ствола ЛКА в ходе вмешательства смерть пациента наступала раньше, чем начинали экстренное коронарное шунтирование [3].

В связи с этим в течение многих лет коронарное шунтирование (КШ) считалось «золотым стандартом» ревазуляризации ввиду меньших рисков, связанных непосредственно с вмешательством и лучшим отдаленным прогнозом, в то время как чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) выполнялось только в качестве паллиативной терапии [4]. Однако с появлением стентов с лекарственным покрытием и применением внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) подходы к ЧКВ претерпели значительные изменения, что впоследствии повлияло на выбор тактики ревазуляризации.

Так, по результатам рандомизированных клинических исследований было продемонстрировано, что выживаемость при ЧКВ по сравнению с КШ сопоставима при среднесрочном наблюдении, в связи с чем ЧКВ стало важной альтернативой коронарному шунтиро-

ванию, особенно у пациентов с низкой и средней анатомической сложностью по шкале SYNTAX score [2, 5, 6].

Современные методы диагностики поражения ствола ЛКА

Появление коронарной ангиографии в 1960-х годах позволило не только визуализировать атеросклеротическое поражение коронарных артерий, но и проводить стратификацию риска у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца (ИБС) [7].

Учитывая неблагоприятный прогноз при отсутствии лечения стенотического поражения незащищенного ствола левой коронарной артерии, точная оценка морфологии, локализации и протяженности атеросклеротического поражения имеет большое значение для выбора дальнейшей тактики лечения [8]. Однако в настоящее время хорошо известно, что ангиографическая оценка степени стеноза является недостаточным показателем его функциональной значимости [9]. Из-за перекрытия боковых ветвей, эксцентричности поражения, укорочения сосуда и его искривления обычная коронарная ангиография имеет ограничения, особенно при промежуточном поражении ствола ЛКА. Однако с появлением внутрисосудистого ультразвукового исследования подход к диагностике поражения ствола ЛКА изменился [10].

В исследовании V. Jasti et al. приняли участие 55 пациентов с промежуточным поражением ствола ЛКА по данным ангиографии, которым были выполнены внутрисосудистое ультразвуковое исследование и исследование фракционного резерва кровотока (ФРК). ФРК в среднем составил $0,86 \pm 0,13$ (от 0,55 до 1,0),

а минимальная площадь просвета по данным ВСУЗИ – $7,65 \pm 2,9$ мм². По результатам исследования была выявлена корреляционная связь между минимальной площадью просвета в стволе ЛКА и значениями фракционного резерва кровотока ($p < 0,0001$) [11]. В ходе исследования было продемонстрировано, что минимальная площадь просвета, равная $5,9$ мм², имела высокую чувствительность и специфичность (93 и 95% соответственно) для определения значимости стеноза ствола ЛКА и соответствовала значению ФРК, равному $0,75$.

Несмотря на это, почти вся доказательная база по выбору тактики лечения при стеноческом поражении незащищенного ствола ЛКА основана исключительно на визуальной ангиографической оценке.

Ключевые этапы развития хирургической реваскуляризации

Поражение ствола ЛКА, как отмечалось ранее, относится к наиболее опасным поражениям коронарных артерий при ишемической болезни сердца. При отсутствии адекватной реваскуляризации прогноз для таких пациентов часто бывает крайне неблагоприятным. Следует отметить, что, по данным разных исследований, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов, получавших лишь медикаментозную терапию без реваскуляризации, составляла более 50% [12, 13]. Однако с появлением коронарного шунтирования в 1964 г. подход к лечению атеросклеротического поражения ствола ЛКА изменился. Так, в рандомизированном исследовании CASS (Coronary Artery Surgery Study) сравнивались результаты коронарного шунтирования и оптимальной медикаментозной терапии у 24 959 пациентов. При 5-летнем наблюдении не было выявлено различий в общей смертности между группами. По итогам 10-летнего наблюдения КШ имело преимущества в выживаемости у пациентов с низкой фракцией выброса (ФВ; менее 40%) (79 против 51%, $p = 0,01$). Подгрупповой анализ также показал значительные преимущества КШ у пациентов с поражением ствола ЛКА (выживаемость через 3 года 91 против 69%, $p < 0,0001$) [14].

В 1979 г. А. Gruntzig et al. впервые успешно провели баллонную ангиопластику ствола ЛКА, однако вскоре сообщили, что этот метод недостаточно подходит для таких случаев [15].

Вскоре после этого в исследовании BARI (Bypass Angioplasty Revascularization Investigation) были рандомизированы 1829 пациентов с поражением ствола ЛКА для проведения либо баллонной ангиопластики (БАП), либо шунтирования. Первичной конечной точкой была смерть от всех причин. Комбинированная конечная точка включала в себя: смерть от сердечно-сосудистых заболеваний или инфаркта миокарда, а также частоту повторных реваскуляризаций и возврат стенокардии напряжения [16].

Через 10 лет достоверных различий в выживаемости между группами баллонной ангиопластики и КШ не наблюдалось (71,0 и 73,5%, $p = 0,18$), однако частота повторных реваскуляризаций в группе БАП была значительно выше, чем в группе КШ: 76,8 и 20,3%, соответственно, $p < 0,001$.

По данным исследования BARI, баллонная ангиопластика была сравнительно эффективна по выживаемости, коронарное шунтирование оставалось более предпочтительным методом лечения для большинства пациентов с атеросклерозом коронарных артерий. Это объяснялось высоким риском периоперационных осложнений при ангиопластике и высокой частотой повторных реваскуляризаций [16].

Впоследствии тактика ЧКВ претерпела изменения, что привело к значительному снижению частоты осложнений и улучшению краткосрочных и долгосрочных результатов. Так, с появлением первых голометаллических стентов, а затем и стентов с лекарственным покрытием подход к выбору тактики реваскуляризации при атеросклеротическом поражении ствола ЛКА изменился. В настоящее время стентирование ствола ЛКА считается эффективной и безопасной альтернативой операции КШ.

В 2018 г. согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов стентирование ствола ЛКА было отнесено к классу I с уровнем доказательности A, что свидетельствует об одинаковой эффективности и безопасности стентирования ствола ЛКА и операции КШ при риске менее 22 баллов по шкале SYNTAX. У пациентов с оценкой 23–32 балла по шкале SYNTAX стентирование ствола ЛКА отнесено к классу рекомендаций IIa с уровнем доказательности A [17]. В российских клинических рекомендациях стентированию незащищенного ствола ЛКА

среднего и высокого риска по шкале SYNTAX присваивают уровень достоверности доказательств 2A или 4A.

Стентирование незащищенного ствола ЛКА: современный подход с использованием стентов с лекарственным покрытием

Самым крупным и основополагающим стало рандомизированное проспективное многоцентровое исследование SYNTAX, проведенное в 17 странах Европы и США. В него были включены 1800 пациентов с поражением ствола ЛКА более 50% по данным ангиографии и трехсосудистым поражением. Оценивалась частота крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий (МАССЕ), включавшая смерть от всех причин, инфаркт миокарда (ИМ), инсульт и повторную реваскуляризацию [5].

В рамках исследования впервые использовалась новая шкала оценки поражения коронарного русла (SYNTAX score) для прогнозирования результатов на основе анатомической сложности, включая количество поражений, окклюзию, бифуркацию/трифуркацию, устьевые поражения, извитость, длину поражения более 20 мм, наличие выраженного кальциноза коронарных артерий, тромбоз и др. [6]. Ключевыми критериями исключения были предшествующее ЧКВ или коронарное шунтирование и острый инфаркт миокарда.

Через 5 лет наблюдения частота крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий достоверно не отличалась и составила 36,9% у пациентов, перенесших ЧКВ, и 31,0% у пациентов, перенесших КШ ($P=0,12$). Уровень смертности составил 12,8 и 14,6% у пациентов, перенесших ЧКВ и КШ соответственно ($P=0,53$). В группе КШ значительно чаще случались инсульт (1,5 против 4,3% ($P=0,03$)), в группе ЧКВ – повторная реваскуляризация (26,7 против 15,5% ($P<0,01$)). Важно отметить, что контрольная точка была схожа в обеих группах у пациентов с низким/средним баллом по шкале SYNTAX, тогда как у пациентов с высоким риском по шкале SYNTAX Score (33 и более) КШ значительно превосходило ЧКВ по частоте неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и повторных реваскуляризацій.

Различий по частоте крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий между группами не выявлено. У пациентов, которым было выполнено ЧКВ, частота ишемических инсультов была ниже, но частота реваскуляризации выше, чем у пациентов, которым было выполнено КШ. Эти результаты свидетельствуют о том, что оба метода лечения являются приемлемыми вариантами для пациентов с поражением ствола ЛКА [6].

В 2019 г. было представлено исследование SYNTAX Extended Survival (SYNTAXES) [18]. В рамках данного исследования изучалась 10-летняя смертность от всех причин у пациентов с поражением ствола ЛКА и трехсосудистым поражением, которым в рамках исследования SYNTAX были проведены ЧКВ с использованием стентов с лекарственным покрытием или КШ.

Результаты продемонстрировали отсутствие различий по основной конечной точке – смертности от всех причин (27% при ЧКВ и 23,5% при КШ, $P=0,092$). Не было выявлено различий в подгруппе пациентов с поражением ствола ЛКА (26,1 при ЧКВ и 26,7% при КШ, $P=0,47$) или у пациентов с диабетом (34,2 и 32,1% при КШ, $P=0,56$). Однако при трехсосудистом поражении коронарных артерий выживаемость была выше в группе пациентов, которым выполнялось КШ (27,7 против 20,6%, $P=0,006$), при этом определяющим фактором являлся высокий балл по шкале Syntax Score – более 33.

Несмотря на то что в исследовании получены сопоставимые результаты при стентировании незащищенного ствола ЛКА при ЧКВ и КШ, важно отметить, что современная стратегия ЧКВ все больше ориентируется на персонализированный подход. Применение внутрисосудистого ультразвукового исследования позволяет выбрать не только оптимальный размер стента, но и оптимальную тактику подготовки поражения в зависимости от морфологии атеросклеротической бляшки, что способствует снижению частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Так, при тяжелом кальцинированном поражении необходимо использование ротационной атерэктомии и режущих баллонных катетеров, в то время как при фиброзной атеросклеротической бляшке достаточно применения стандартных

баллонных катетеров для достижения оптимального результата стентирования.

Другим важным исследованием для определения современного подхода к лечению пациентов с поражением ствола ЛКА стало LE MANS [19], в которое было включено 105 пациентов с поражением незащищенного ствола левой коронарной артерии не менее 50% с низкими и средними баллами согласно шкале SYNTAX. Пациентов рандомизировали на равные группы: на чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) со стентированием (n=52) и коронарное шунтирование (КШ) (n=53). Все включенные в исследование пациенты имели симптомы стенокардии с документально подтвержденной ишемией миокарда. Первичная конечная точка была определена как фракция выброса левого желудочка, оцениваемая с помощью двухмерной эхокардиографии. Ко вторичным конечным точкам относились основные неблагоприятные сердечно-сосудистые и церебральные события (МАССЕ). Показатель МАССЕ включал общую смертность, инфаркт миокарда, реваскуляризацию целевого сосуда и ишемический инсульт. Также оценивались тяжесть стенокардии в соответствии с классификацией Канадского сердечно-сосудистого общества и сердечная недостаточность в соответствии с функциональным классом Нью-Йоркской ассоциации сердца.

Через 10 лет не было выявлено статистически значимых различий по фракции выброса при стентировании по сравнению с хирургическим вмешательством ($54,9 \pm 8,3$ против $49,8 \pm 10,3\%$; $p=0,07$). Показатель МАССЕ статистически не различался между группами (21,6 против 30,2%; $p=0,41$ и 51,1 против 64,4%; $p=0,28$). Аналогичным образом, не было выявлено различий в частоте возникновения инфаркта миокарда (8,7 против 10,4%; $p=0,62$), ишемического инсульта (4,3 против 6,3%; $p=0,68$) и повторных реваскуляризаций (26,1 против 31,3%; $p=0,64$).

Десятилетние результаты исследования продемонстрировали отсутствие различий в выборе тактики реваскуляризации ствола ЛКА между ЧКВ и операцией коронарного шунтирования [19].

В 2011 г. в крупном исследовании PRECOMBAT (Premier of Randomized Comparison of Bypass Surgery versus Angioplasty Using Sirolimus-Eluting Stent in Patients with

Left Main Coronary Artery Disease) [20] случайным образом были распределены 600 пациентов с поражением незащищенного ствола ЛКА более 50% по данным коронарографии и средним баллом по шкале SYNTAX на две группы: ЧКВ со стентами, выделяющими сиролимус, и КШ. Первичной конечной точкой была частота крупных неблагоприятных сердечно-сосудистых и цереброваскулярных событий (МАССЕ), включая смерть от любой причины, инфаркт миокарда, ишемический инсульт и реваскуляризацию целевого сосуда, вызванную ишемией. Вторичные конечные точки включали отдельные компоненты первичной конечной точки: смерть, инфаркт миокарда или ишемический инсульт, повторную реваскуляризацию.

Результаты показали отсутствие статистически значимых различий по частоте МАССЕ по итогу 10-летнего наблюдения (29,8% для ЧКВ против 24,7% для КШ; отношение шансов (ОШ) 1,25; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,93–1,69), а также по частоте общей смертности (14,5 против 13,8%; ОШ 1,13; 95% ДИ 0,75–1,70). Однако частота повторной реваскуляризации была значительно выше в группе ЧКВ (21,3 против 10,6%; 95% ДИ 1,33–3,11) Частота инфаркта миокарда, ишемического инсульта, тромбоза стента или окклюзии шунта была сопоставимой между группами.

Важно отметить, что большинство включенных в исследование пациентов (64,6%) имели поражение терминального отдела ствола ЛКА. Несмотря на то что в группе ЧКВ внутрисосудистое ультразвуковое исследование было проведено у 91,2% пациентов, основными вариантами стентирования были двухстентовая и трехстентовая стратегии, в среднем на одного пациента было установлено 2,7 стента. В свою очередь это могло повлиять на повышение частоты повторных реваскуляризаций, так как в современной клинической практике чаще используют провизорную технику стентирования. Это связано с меняющимися стандартами в интерпретации данных ВСУЗИ и современными клиническими исследованиями, подтверждающими эффективность одностентовой стратегии по частоте повторных реваскуляризаций [21].

По результатам представленных исследований можно сделать вывод о том, что хотя операция коронарного шунтирования долгое время считалась «золотым стандартом»

лечения пациентов с поражением ствола ЛКА, чрескожное коронарное вмешательство было значительно усовершенствовано. Совершенствование технологий стентирования, в частности изобретение стентов с лекарственным покрытием и появление ВСУЗИ, способствовало тому, что вероятность осложнений вмешательств в непосредственном и отдаленном периодах свелась к минимуму, в том числе у пациентов с поражением незащищенного ствола ЛКА [22]. Выживаемость пациентов в отдаленном периоде после стентирования ствола ЛКА стала сопоставима с результатами КШ, что было подтверждено в представленных исследованиях.

**Исследования EXCEL и NOBLE:
внутрисосудистое ультразвуковое
исследование как «золотой стандарт»
при стентировании незащищенного
ствола левой коронарной артерии**

В исследование EXCEL было включено 1905 пациентов с хронической ишемической болезнью сердца и поражением незащищенного ствола ЛКА. Одним из главных критериев включения являлся балл по шкале SYNTAX менее 32. Пациенты были рандомизированы на две группы: первой группе больных проводилось ЧКВ, а второй – операция КШ. Следует отметить, что пациентам в группе ЧКВ имплантировали стенты, выделяющие эверолипус. Также в исследование включали пациентов с поражением устья передней нисходящей (ПНА) и огибающей (ОА) артерий, расцененным как эквивалент поражения ствола ЛКА. Первичная комбинированная конечная точка включала: смерть от любой причины, ишемический инсульт и/или инфаркт миокарда за 3 года наблюдения. Вторичные конечные точки включали в себя смерть от любой причины, ишемический инсульт и инфаркт миокарда через 30 дней после вмешательства и смерть от любой причины, инсульт, инфаркт миокарда и повторную реваскуляризацию через 3 года [23].

В этом же исследовании операторам было рекомендовано проведение ЧКВ под контролем ВСУЗИ. В протоколе исследования были выделены критерии для определения тактики ЧКВ: так, при минимальной площади просвета в стволе ЛКА более 6,0 мм² поражение определялось как незначимое, а ЧКВ других

поражений проводилось по клиническим показаниям. Несмотря на отсутствие четких критериев выбора одностентовой или двухстентовой стратегии по данным ВСУЗИ, при минимальной площади просвета в устье ОА более 4,0 мм² или объеме бляшки менее 60% делали выбор в пользу одностентовой стратегии, если же поражение устья определялось как значимое, то предпочтение отдавали двухстентовой стратегии. При контрольной оценке с помощью ВСУЗИ критерием успешного ЧКВ было достижение минимальной площади просвета стента в стволе ЛКА более 8,5 мм² и минимальной площади просвета стента в устье или проксимальных сегментах ПНА и ОА более 5,5 мм². Также настоятельно рекомендовалось проводить ВСУЗИ после стентирования и контрольной постдилатации с обязательной визуализацией устья ствола ЛКА.

Таким образом, через 3 года наблюдения первичная конечная точка наступила у 15,4% пациентов в группе ЧКВ и у 14,7% пациентов в группе КШ ($p=0,98$). В течение 30 дней вторичные конечные точки: смерть, инсульт или инфаркт миокарда встречались реже после ЧКВ, чем после КШ (4,9% против 7,9%; $p<0,001$). В период от 30 дней до 3 лет комбинированная конечная точка, включающая смерть, инсульт, инфаркт миокарда или реваскуляризацию по причине ишемии, наступала реже в группе КШ, чем в группе ЧКВ (23,1% в группе ЧКВ и у 19,1% в группе КШ; $p=0,10$). Серьезные осложнения в течение 30 дней после рандомизации в группу ЧКВ или АКШ наблюдались соответственно у 118 (12,4%) пациентов и у 421 (44,0%) больного ($p<0,001$). Более низкий уровень серьезных осложнений в группе ЧКВ был обусловлен главным образом меньшим количеством серьезных аритмий и инфекций. Частота повторной реваскуляризации миокарда была выше в группе ЧКВ, чем в группе КШ (12,6 против 7,5%; $p<0,001$). Однако симптоматическая окклюзия шунта после КШ встречалась чаще, чем тромбоз стента после ЧКВ (5,4 против 0,7%; $p<0,001$). Крупные и мелкие кровотечения также реже возникали после ЧКВ, чем после КШ (7,3 против 13%; $p<0,001$). В исследовании была выделена группа пациентов, которым выполнялось внутрисосудистое ультразвуковое исследование. Так, средняя минимальная площадь раскрытия стента в стволе ЛКА составила 9,9 мм². Следует отметить,

что хотя в исследование набирали только пациентов с низким и средним баллом по шкале SYNTAX, у 24% пациентов, прошедших рандомизацию, был высокий балл (больше 32) [23].

Через 5 лет первичная конечная точка наступила у 22,0% пациентов в группе ЧКВ и у 19,2% – в группе КШ ($p=0,13$). Смерть от любой причины наступала в группе ЧКВ у 13% пациентов, а в группе КШ – у 9,9%; ОШ (ДИ 95%): 1,38 (1,03–1,85). Вторичная комбинированная точка в виде смерти, инсульта, инфаркта миокарда или реваскуляризации, вызванной ишемией, в течение 5 лет наблюдалась у 31,3% пациентов в группе ЧКВ и у 24,9% – в группе АКШ; ОШ (95% ДИ): 1,19 (0,95–1,50). В группах ЧКВ и КШ частота случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний не различалась: 5,0 и 4,5%; ОШ (95% ДИ) 1,13 (0,73–1,74). Частота инфарктов миокарда в течение 5 лет была одинаковой в обеих группах: 10,6 и 9,1%; ОШ (ДИ 95%) 1,14 (0,84–1,55), но в периоперационном периоде преимущество было на стороне ЧКВ: 3,9 против 6,1%; ОШ (95% ДИ) 0,63 (0,41–0,96). Все цереброваскулярные события после ЧКВ случались реже, чем после КШ: 3,3 против 5,2%; ОШ (ДИ 95%) 0,16 (0,38–0,99), хотя частота инсультов в обеих группах существенно не различалась: 2,9 и 3,7%; ОШ (ДИ 95%) 0,78 (0,46–1,31). Реваскуляризация, обусловленная ишемией, в течение 5 лет проводилась чаще после ЧКВ, чем после КШ (16,9 против 10,0%, $p < 0,01$), в то время как частота всех цереброваскулярных событий, тромбоза стента, гемодинамически значимого стеноза или окклюзии шунта в течение 5 лет была ниже при ЧКВ, чем при КШ [24]. При анализе полученных данных авторы исследования отмечают, что различия в показателях смерти от всех причин между группами была преимущественно обусловлена не сердечно-сосудистыми причинами, а, в частности, онкологическими заболеваниями и инфекциями.

Важным ограничением являлось то, что в данном исследовании использовалось специфическое определение крупного периоперационного инфаркта миокарда на основе биомаркеров, в свою очередь это определение отличается от критериев, используемых в третьем универсальном определении инфаркта миокарда (разработанном во время проведения текущего исследования) и четвертом

универсальном определении инфаркта миокарда (разработанном позже) [25, 26].

Таким образом, стентирование у пациентов с поражением ствола ЛКА группы низкого и среднего риска (менее 33 баллов по шкале SYNTAX) с использованием стентов второго поколения с покрытием эверолимусом было сопоставимо по безопасности и эффективности с операцией КШ.

В исследование NOBLE был включен 1201 пациент с подтвержденной ишемической болезнью сердца или острым коронарным синдромом с поражением незащищенного ствола ЛКА для проведения стентирования стентом второго поколения с покрытием биолимусом с биоразстворимым лекарственным полимером и КШ, однако 11% пациентов в группе ЧКВ установлены стенты с лекарственным покрытием первого поколения [27]. Анатомическая сложность поражения коронарного русла оценивалась не при помощи шкалы SYNTAX, как во всех предыдущих представленных исследованиях, а с использованием собственных критериев исследовательской группы. Из исследования исключались пациенты более чем с тремя дополнительными поражениями коронарных артерий, с протяженными (более 25 мм) и кальцинированными поражениями, с хроническими окклюзиями коронарных артерий, с извитыми коронарными артериями и пациенты с бифуркационными поражениями, требующими установки двух стентов. Первичной конечной точкой исследования были крупные сердечно-сосудистые осложнения (МАССЕ), включавшие смерть от любых причин, инфаркт миокарда, повторную реваскуляризацию и инсульт. Точка не меньшей эффективности ЧКВ по сравнению с КШ определялась как отношение рисков, не превышающее 1,35 с доверительным интервалом 95% при достижении 275 случаев МАССЕ. Однако в течение запланированного периода наблюдения 3 года не было выявлено ожидаемого количества случаев МАССЕ, в связи с чем приняли решение продлить исследование до 5 лет наблюдения.

Через 5 лет первичной конечной точки достигли 29% пациентов в группе стентирования и 19% – в группе КШ (отношение рисков 1,58; 95% ДИ 1,24–2,01). Группы были сопоставимы по смертности (12% в группе стентирования и 9% в группе КШ, $p=0,77$), однако частота инфаркта миокарда и частота повтор-

ных реваскуляризации через 5 лет наблюдения была выше в группе стентирования: 7 и 2% для инфаркта миокарда (95% ДИ 1,40–5,90) и 16 и 10% для повторных реваскуляризации в группе стентирования и КШ соответственно (95% ДИ 1,04–2,17).

Также важно отметить, что в протоколе исследования NOBLE рекомендовалось выполнять ВСУЗИ после стентирования, однако оно проводилось не у всех пациентов, которым было выполнено ЧКВ, что послужило поводом проведения субанализа результатов [27].

В группу ЧКВ было включено 603 пациента, из которых 474 пациентам в той или иной форме было выполнено внутрисосудистое ультразвуковое исследование (до ЧКВ у 270 (45%), после – у 435 (72%)), однако среди этих пациентов были и те, которым ВСУЗИ выполнялось как до, так и после ЧКВ. Анализ проводился между двумя группами пациентов, которым выполнялось ($n=435$) или не выполнялось ВСУЗИ после ЧКВ ($n=164$). Необходимо подчеркнуть, что в рамках исследования не фиксировалось, приводила ли оценка с помощью внутрисосудистого ультразвукового исследования к дальнейшей оптимизации результатов стентирования.

По итогам 5-летнего наблюдения в группе пациентов, которым было выполнено контрольное внутрисосудистое ультразвуковое исследование, наблюдалось снижение частоты МАССЕ, непроцедурного ИМ и повторной реваскуляризации, однако после корректировки ни одно из них не имело общепринятой статистической значимости. Так, частота МАССЕ составила 25,0% у пациентов без контрольного ВСУЗИ и 18,9% – у больных с использованием ВСУЗИ ($p=0,07$). Частота смерти от всех причин была несколько ниже в группе контрольного ВСУЗИ (5,5 против 7,3%, $p=0,43$). Частота инфаркта миокарда, не связанного с процедурой, также оказалась ниже при использовании ВСУЗИ (3,9 против 7,3%, $p=0,07$). Частота повторной реваскуляризации целевого поражения (ствол ЛКА) была существенно ниже у пациентов, которым было выполнено контрольное ВСУЗИ (5,1 против 11,6%; отношение рисков (95% ДИ) 0,44 (0,24–0,82); $p=0,003$).

Таким образом, использование ВСУЗИ после ЧКВ ассоциировалось с более низкой частотой повторной реваскуляризации целевого поражения, а также с тенденцией к снижению

частоты МАССЕ и инфаркта миокарда, не связанного с процедурой.

Особое внимание на себя обращает то, что в предыдущих исследованиях неоптимальные критерии раскрытия стента по данным ВСУЗИ, связанные с неблагоприятными сердечно-сосудистыми событиями, определялись как минимальная площадь раскрытия стента в стволе менее 8 мм², в терминальном отделе ствола (в зоне бифуркации) – менее 7 мм², в устье передней нисходящей и огибающей артерий – менее 6 и 5 мм² соответственно [28]. В рамках настоящего исследования были выявлены пациенты, у которых минимальная площадь раскрытия была меньше представленных выше референсных значений, однако при анализе результатов не отмечено статистической значимости между группой пациентов с меньшей площадью раскрытия стента и пациентов с большей площадью раскрытия в отношении неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Средняя минимальная площадь раскрытия стента составила 12,5±3,0 мм². Для более детального изучения взаимосвязи между площадью раскрытия стента и отдельными компонентами первичной конечной точки пациенты были разделены на три группы в зависимости от площади раскрытия стента после ЧКВ.

При среднем сроке наблюдения 4 года не было существенных различий в МАССЕ, смертности, частоте инфаркта миокарда или тромбоза стента между тертилями. Тем не менее наблюдалась тенденция к различиям в МАССЕ между нижней и верхней тертилями, однако статистической значимости не выявлено (24,3 против 14,3%, $p=0,10$). Также при анализе отмечались значительные различия между нижней и верхней тертилями по частоте повторной реваскуляризации, связанной с поражением ствола ЛКА (12,2 против 0%, $p=0,002$).

Таким образом, итоговая оценка с помощью внутрисосудистого ультразвукового исследования и достижение большей минимальной площади раскрытия стента были связаны с улучшением клинических исходов у пациентов с поражением ствола ЛКА. Несмотря на то что данные, полученные в результате анализа, не являются рандомизированными, они демонстрируют, что оценка оптимального раскрытия стента после ЧКВ имеет решающее значение. Так, недостаточное раскрытие стента

та напрямую связано с повышением частоты рестеноза и тромбоза стента, что в свою очередь влияет на частоту повторной реваскуляризации целевого поражения. По сравнению с исследованием EXCEL результаты NOBLE показали большую среднюю минимальную площадь раскрытия стента в стволе ЛКА и меньшее количество случаев недостаточно раскрытия стента.

Основываясь на результатах, полученных в представленных исследованиях, а также ряде других крупных рандомизированных исследований, убедительно показывающих значимость применения внутрисосудистого ультразвукового исследования при стентировании у пациентов со сложными поражениями коронарного русла, Европейское общество кардиологов в 2024 г. приняло решение присвоить ВСУЗИ при стентировании ствола ЛКА класс доказательности IA [29].

Оптимальное лечение стеноза ствола ЛКА: анализ противоречивых данных исследований EXCEL и NOBLE

Противоречивые результаты исследований EXCEL и NOBLE в отношении безопасности и эффективности чрескожного коронарного вмешательства и коронарного шунтирования для реваскуляризации незащищенного ствола ЛКА создают неопределенность в интерпретации данных для реальной клинической практики. Причины таких расхождений могут заключаться в различиях в оценке состояния пациентов, процессе исследования и характеристиках процедур, а также в отличиях выбора первичных конечных точек и неоднородности в определении инфаркта миокарда. Кроме того, в исследовании NOBLE выявлен повышенный риск инсульта после ЧКВ, что остается необъясненным.

Так, использование собственных критериев для определения тяжести поражения коронарного русла в исследовании NOBLE могло повлиять на объективную оценку и привести к различиям в характеристиках пациентов. Особенности клинической практики в центрах, принимавших участие в исследованиях, а также опыт эндоваскулярных и кардиохирургов, проводивших вмешательства, также могли оказать влияние на конечные результаты [30].

Следует отметить, что исследования также отличались и по техническим аспектам стентирования. Так, в EXCEL использовались стенты второго поколения из кобальт-хромового сплава, покрытые эверолимусом, которые были связаны с наименьшим риском тромбоза стента среди всех доступных на момент исследования стентов с лекарственным покрытием [31]. В исследовании NOBLE, напротив, использовались стенты Cypher первого поколения с более толстыми стратами из нержавеющей стали, выделяющие сиролимус (11%), или стенты Biomatrix Flex, выделяющие биолимус (89%), что обусловило более высокую частоту тромбоза стента. Таким образом, частота тромбоза в EXCEL составила 0,7%, тогда как в NOBLE – 3%. При этом частота возникновения тромбоза стента или симптоматической окклюзии шунта была намного выше после КШ, чем после ЧКВ (5,4 против 0,7%, $p < 0,01$) в EXCEL, но схожей в NOBLE (4% против 2%, $p = 0,17$). Представленные результаты напрямую связаны с меньшей толщиной балок стента, обеспечивающей лучшую эндотелизацию и повышающей совместимость покрытия стента с тканью сосудистой стенки, а также с использованием нового антипролиферативного агента, в данном случае эверолимуса.

Особое значение в противоречивости результатов этих двух исследований имеют различия в определении инфаркта миокарда, вследствие чего результаты могли сильно различаться, и это несоответствие могло привести к неточной оценке полученных данных. Независимо от симптомов, признаков или критериев ЭКГ, повышение уровня креатинкиназы в миокарде более чем в 10 раз по сравнению с верхним пределом нормы считалось инфарктом миокарда в исследовании EXCEL, тогда как в NOBLE такие случаи не брали в расчет. В исследовании NOBLE перипроцедурный инфаркт миокарда учитывался лишь у 45% пациентов, что ограничивает сопоставимость данных. Повышение уровня сердечных ферментов более часто наблюдается после проведения КШ, чем после ЧКВ, из-за большего объема хирургического вмешательства. Стандартизация критериев диагностики инфаркта миокарда на основе не только повышения уровня сердечных ферментов, но и электрокардиографических и ангиографических данных является крайне важной для повышения точности и объективности сравнений.

На конечные результаты также могли повлиять различия в определении конечных точек. Так, EXCEL являлось единственным исследованием, в котором оценивались конечные точки, связанные с безопасностью, в качестве основного показателя результата, не включающего реваскуляризацию. В исследовании SYNTAX было показано, что увеличение частоты повторной реваскуляризации при ЧКВ по сравнению с КШ не привело к значительному повышению смертности или частоты инфаркта миокарда. В отличие от этого, в исследовании NOBLE повторная реваскуляризация была включена в первичную комбинированную конечную точку. Таким образом, можно сделать вывод о том, что противоречивые первичные результаты исследований EXCEL и NOBLE в значительной степени обусловлены различиями в определении первичной комбинированной конечной точки.

Следовательно, расхождения между результатами исследований EXCEL и NOBLE обусловлены различиями в подходах, технологии, определении конечных точек и критериях диагностики.

Изменение подхода в интерпретации ВСУЗИ при поражении ствола ЛКА

Несмотря на широкое применение стентов с лекарственным покрытием при лечении ИБС, в частности при поражении ствола ЛКА, остается открытым вопрос о прогностических критериях рестеноза стента после ЧКВ. Так, при недораскрытии стента повышается риск развития рестеноза или тромбоза, а следовательно, и частота повторных реваскуляризаций, в связи с чем оптимизация результатов ЧКВ играет ключевое значение [32]. Применение внутрисосудистого ультразвукового исследования показало лучшие результаты в отношении частоты повторной реваскуляризации и тромбоза стента по сравнению с ЧКВ под контролем только лишь ангиографии [33]. Стентирование незащищенного ствола ЛКА под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования позволяет не только добиться оптимального раскрытия стента и визуализировать компрометацию боковой ветви, но и оценить морфологию атеросклеротической бляшки с целью адекватной подготовки перед установкой стента [34].

Существует недостаточное количество данных, указывающих на оптимальную минимальную площадь раскрытия стента для прогнозирования рестеноза после стентирования незащищенного ствола ЛКА. В связи с этим S.-J. Kang et al. в 2011 г. представили исследование, в рамках которого при помощи ВСУЗИ оценивалась минимальная площадь просвета стента с целью прогнозирования рестеноза у пациентов с поражением незащищенного ствола ЛКА [35].

В исследование включено 403 пациента, которым было выполнено стентирование незащищенного ствола ЛКА с использованием стентов первого поколения, покрытых сиролимусом. Пациенты были разделены на две группы: 289 пациентам установили один стент, а 114 – выполнено бифуркационное стентирование с использованием двух стентов. Всем пациентам проведено внутрисосудистое ультразвуковое исследование после стентирования, контрольная ангиография – через 9 мес и клиническое наблюдение в течение двух лет. Особенностью исследования является то, что впервые были выделены 4 сегмента ствола ЛКА (проксимальный отдел, терминальный отдел в зоне бифуркации и устья ПНА и ОА) недораскрытие стента в которых в равной степени влияет на частоту возникновения рестеноза и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

В рамках исследования была проведена оценка влияния минимальной площади просвета стента на риск развития рестеноза в различных сегментах ствола ЛКА. При анализе результатов наблюдалась закономерность между меньшей минимальной площадью просвета стента и частотой возникновения рестеноза. Так, у пациентов с рестенозом в устье ПНА минимальная площадь просвета стента была значительно меньше, чем у пациентов без рестеноза ($6,1 \pm 1,2$ против $8,2 \pm 1,7$ мм², $p < 0,001$). Подобная картина наблюдалась и в терминальном отделе ствола ЛКА в зоне бифуркации ($6,2 \pm 0,8$ у пациентов с рестенозом против $8,8 \pm 1,9$ мм² – у больных без рестеноза, $p = 0,001$). В проксимальном отделе ствола ЛКА также отмечалась связь между меньшей площадью просвета стента и рестенозом ($7,3 \pm 1,4$ против $10,3 \pm 2,4$ мм², $p < 0,001$). Среди 104 пациентов, которым выполнялось стентирование с использованием двухстентовой стратегии, рестеноз в устье ОА

был выявлен у 26% пациентов. У этих пациентов минимальная площадь просвета стента в устье ОА также была значительно меньше, чем у пациентов без рестеноза ($4,5 \pm 0,8$ против $6,0 \pm 1,3$ мм², $p < 0,001$). Таким образом, анализ полученных данных показал, что пороговое значение минимальной площади просвета стента с целью прогнозирования риска рестеноза для устья ПНА составило $6,3$ мм², для терминального отдела ствола ЛКА – $7,2$ мм², для проксимального отдела – $8,2$ мм² и для устья ОА – $5,0$ мм² (критерии 5-6-7-8).

При достижении продолжительности клинического наблюдения 3 года была продемонстрирована взаимосвязь между недораскрытием стента и выживаемостью без учета частоты основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий по сравнению с пациентами с оптимальной площадью раскрытия ($90,2 \pm 2,6$ против $98,1 \pm 0,9\%$; $p < 0,001$) [35].

Таким образом, оптимальное раскрытие стента играет ключевую роль в профилактике рестеноза и тромбоза стента, так как меньшая минимальная площадь просвета стента была предиктором рестеноза при контрольной ангиографии через 9 мес. Однако, как ожидалось, наиболее часто недораскрытие наблюдалось у пациентов, которым было выполнено бифуркационное стентирование с установкой двух стентов. Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод о том, что использование ВСУЗИ для оптимизации результатов стентирования при поражении ствола ЛКА может существенно улучшить долгосрочные клинические результаты и снизить частоту неблагоприятных событий.

Исследование проводилось на гетерогенной группе пациентов, которой было выполнено ЧКВ с установкой одного стента (72%) либо двух стентов (28%). В связи с этим J.H. Kim et al. было инициировано исследование, в рамках которого планировалось пересмотреть сегментарные критерии минимальной площади раскрытия стента у пациентов, которым проводилось ЧКВ двумя стентами с использованием бифуркационной техники DK-crush [21].

В исследование были включены 292 пациента с поражением бифуркации незащищенного ствола ЛКА, которым было выполнено ЧКВ с установкой двух стентов. У всех участников исследования после стентирования было проведено внутрисосудистое ультразвуковое исследование с обязательной визуализацией

устья ПНА и ОА. Первичная конечная точка определялась как частота основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (МАСЕ), которая включала в себя: смерть от всех причин, инфаркт миокарда и клинически обоснованную реваскуляризацию целевого пораженного сегмента.

При применении ряда критериев к участникам исследования у 83 (28,4%) пациентов наблюдалось недостаточное расширение стента хотя бы в одном сегменте. В связи с этим были определены новые минимальные значения площади стента, которые лучше всего обуславливали прогноз основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в течение 5 лет: $11,8$ мм² для дистального сегмента ствола ЛКА (площадь под кривой $0,57$; $p = 0,15$), $8,3$ мм² для устья ПНА (площадь под кривой $0,62$; $p = 0,02$) и $5,7$ мм² для устья ОА (площадь под кривой $0,64$; $p = 0,01$).

Используя эти критерии, пациенты были разделены на три равные группы: в 1-ю группу вошли пациенты с оптимальным раскрытием стента, во 2-ю группу – с недораскрытием либо в устье ПНА, либо в ОА, в 3-ю группу – с недораскрытием в обоих устьях. Таким образом, частота МАСЕ была значительно выше у пациентов в 3-й группе, чем в 1-й и 2-й группах ($23,1$ против $6,4$ и $5,3\%$; $p < 0,001$). Вторичные исходы также продемонстрировали значительные различия между группами. В ходе исследования не было выявлено статистически значимого различия между группами в отношении инфаркта миокарда ($p = 0,510$). Частота повторных реваскуляризаций целевого поражения была выявлена у $7,9\%$ пациентов, при этом наибольшая частота вновь повторных реваскуляризаций наблюдалась в группе пациентов с недораскрытием стента как в устье ПНА, так и в устье ОА ($13,5$ против $4,3\%$ для 1-й группы и $5,3\%$ для 2-й группы соответственно; $p = 0,027$). Принимая во внимание результаты, полученные в ходе этого исследования, можно сделать вывод о том, что пациенты с недораскрытием стента сразу в двух сегментах демонстрируют значительно худшие исходы, включая более высокую частоту МАСЕ и повторной реваскуляризации. Полученные данные указывают на повышенный риск для данной группы пациентов и подчеркивают необходимость тщательного мониторинга и оптимизации терапевтических стратегий.

Результаты представленного исследования демонстрируют критическую важность адекватного раскрытия стента при бифуркационном стентировании ствола ЛКА. Выявленная взаимосвязь между недостаточным раскрытием стента в устьях ПНА и ОА и значительным увеличением частоты МАСЕ и повторных реваскуляризации подчеркивает необходимость более персонализированного и тщательного подхода.

Заключение

Атеросклеротическое поражение ствола ЛКА остается одной из самых сложных и неоднозначных проблем в кардиологии, требующей комплексного подхода к диагностике и лечению. На протяжении десятилетий подходы к реваскуляризации ствола ЛКА претерпевали значительные изменения, начиная с коронарного шунтирования, которое долгое время считалось «золотым стандартом», и заканчивая современным подходом к чрескожным коронарным вмешательствам под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования, которые ныне являются важной альтернативой коронарному шунтированию, особенно у пациентов с низкой и средней анатомической сложностью.

Большинство современных исследований показали сопоставимые результаты чрескожного коронарного вмешательства и коронарного шунтирования у пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии при использовании стентов с лекарственным покрытием. При этом все больше данных свидетельствует о ключевой роли внутрисосудистого ультразвукового исследования в оптимизации результатов стентирования. Оценка минимальной площади раскрытия стента в различных сегментах ствола левой коронарной артерии позволяет прогнозировать риск развития рестеноза и тромбоза, а также снизить частоту неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Новые критерии минимальной площади раскрытия стента, разработанные для пациентов с бифуркационным поражением, требующем установления двух стентов, дают дополнительную возможность для персонализации лечения и улучшения клинических исходов. Однако, несмотря на достигнутый прогресс, многие вопросы остаются нерешенными. Так, оптимальная стратегия реваскуля-

ризации у группы пациентов с высоким баллом по шкале SYNTAX остается предметом дискуссий и требует дальнейшего изучения. Персонализированный подход к лечению таких пациентов, учитывающий индивидуальные особенности анатомии, сопутствующие заболевания и морфологические особенности поражения, нуждается в существенном уточнении и разработке четких алгоритмов.

Выбор метода реваскуляризации при поражении ствола левой коронарной артерии следует основывать на комплексной оценке анатомической сложности поражения, клинического статуса пациента, а также на использовании современных методов диагностики и контроля результатов лечения.

Литература/References

1. Чазов Е.И., Самко А.Н. Рентгенэндоваскулярные методы лечения коронарного атеросклероза. В кн.: Чазов Е.И. (ред.) Руководство по кардиологии. М.; 2014. Т. 3. Chazov E.I., Samko A.N. Endovascular X-ray methods in treatment of coronary atherosclerosis. In: Chazov E.I. (Ed.). Guidelines on cardiology. Moscow; 2014; 3 (in Russ.).
2. Арутюнян Г.К., Проваторов С.И., Жукова Н.С., Терещенко А.С., Огнерубов Д.В., Емельянов П.Г. и др. Непосредственные и отдаленные результаты стентирования незащищенного ствола левой коронарной артерии у пациентов со стабильной формой ишемической болезни сердца. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (2): 82–88. DOI: 10.20862/0042-4676-2019-100-2-82-88
Arutyunyan G.K., Provatorov S.I., Zhukova N.S., Tereshchenko A.S., Ognerubov D.V., Emel'yanov P.G. et al. Immediate and long-term results of stenting of the unprotected left coronary artery trunk in patients with stable coronary heart disease. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (2): 82–88 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2019-100-2-82-88
3. Меркулов Е.В., Миронов В.М., Шрейдер Е.В., Певзнер Д.В., Самко А.Н., Руда М.Я. Чрескожное коронарное вмешательство при стенозе ствола левой коронарной артерии у больных с острым коронарным синдромом: клинические и ангиографические предвестники неблагоприятного прогноза в период госпитализации. *Неотложная кардиология*. 2014; 4: 22–36. Merkulov E.V., Mironov V.M., Shreyder E.V., Pevzner D.V., Samko A.N., Ruda M.Ya. Percutaneous coronary intervention for left main coronary artery stenosis in patients with acute coronary syndrome: clinical and angiographic predictors of adverse in-hospital prognosis. *Emergency Cardiology*. 2014; 4: 22–36 (in Russ.).
4. Collet C., Capodanno D., Onuma Y., Banning A., Stone G.W., Taggart D.P. et al. Left main coronary artery disease: pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Nat. Rev. Cardiol.* 2018; 15 (6): 321–331. DOI: 10.1038/s41569-018-0001-4
5. Morice M.C., Serruys P.W., Kappetein A.P., Feldman T.E., Ståhle E., Colombo A. et al. Five-year outcomes in patients with left main disease treated with either per-

- cutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting in the synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery trial. *Circulation*. 2014; 129 (23): 2388–2394. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006689
6. Sianos G., Morel M.A., Kappetein A.P., Morice M.C., Colombo A., Dawkins K. et al. The SYNTAX score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *EuroIntervention*. 2005; 1: 219–227.
 7. Меркулов Е.В., Миронов В.М., Самко А.Н. Коронарная ангиография, вентрикулография, шунтография. М.: Медиа Медика; 2011.
Merkulov E.V., Mironov V.M., Samko A.N. Coronary angiography, ventriculography, shuntography. Moscow; 2011 (in Russ.).
 8. Чазов Е.И. Руководство по кардиологии. В 4 т. М.: ИД Практика; 2014.
Chazov E.I. Guidelines on cardiology. In 4 vols. Moscow; 2014 (in Russ.).
 9. Toth G., Hamilos M., Puxaras S., Mangiacapra F., Nelis O., De Vroey F. et al. Evolving concepts of angiogram: fractional flow reserve discordances in 4000 coronary stenoses. *Eur. Heart J.* 2014; 35: 2831–2838. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu094
 10. Миронов В.М., Меркулов Е.В., Терещенко А.С., Миленькин Б.И. Самко А.Н. Клиническое применение внутрисосудистого ультразвукового исследования коронарных артерий. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2013; 5: 038–049.
Mironov V.M., Merkulov E.V., Tereshchenko A.S., Milenkin B.I., Samko A.N. Clinical application of intravascular ultrasound imaging of coronary arteries. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2013; 5: 038–049 (in Russ.).
 11. Jasti V., Ivan E., Yalamanchili V., Wongpraparut N., Leesar M.A. Correlations between fractional flow reserve and intravascular ultrasound in patients with an ambiguous left main coronary artery stenosis. *Circulation*. 2004; 110: 2831–2836. DOI: 10.1161/01.CIR.0000146338.62813.E7
 12. Brusckhe A.V., Proudfit W.L., Sones F.M., Jr. Progress study of 590 consecutive nonsurgical cases of coronary disease followed 5–9 years. II. Ventriculographic and other correlations. *Circulation*. 1973; 47 (6): 1154–1163. DOI: 10.1161/01.cir.47.6.1154
 13. Lim J.S., Proudfit W.L., Sones F.M., Jr. Left main coronary arterial obstruction: Long-term follow-up of 141 nonsurgical cases. *Am. J. Cardiol.* 1975; 36 (2): 131–135. DOI: 10.1016/0002-9149(75)90515-9
 14. Rogers W.J., Russell R.O., Jr., Oberman A., Kouchoukos N.T., Kimerling R. et al. Coronary Artery Surgery Study (CASS): a randomized trial of coronary artery bypass surgery. *Circulation*. 1983; 68 (5): 939–950.
 15. Gruntzig A., Senning A., Siegenthaler W. Nonoperative dilatation of coronary-artery stenosis: percutaneous transluminal coronary angioplasty. *New Engl. J. Med.* 1979; 301: 61–68.
 16. BARI Investigators. The final 10-year follow-up results from the BARI randomized trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (15): 1600–1606. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.11.048
 17. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A., Bendetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
 18. Park D.W., Ahn J.M., Yun S.C., Yoon Y.H., Kang D.Y., Lee P.H. et al. 10-Year outcomes of stents versus coronary artery bypass grafting for left main coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72 (23 Pt A): 2813–2822. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.012
 19. Buszman P.E., Buszman P.P., Banasiewicz-Szkróbka I., Milewski K.P., Żurkowski A., Orlik B. et al. Left main stenting in comparison with surgical revascularization: 10-Year outcomes of the (Left Main Coronary Artery Stenting) LE MANS Trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (4): 318–327. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.10.044
 20. Park S.J., Kim Y.H., Park D.W., Yun S.C., Ahn J.M., Song H.G. et al. Randomized trial of stents versus bypass surgery for left main coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2011; 364: 1718–1727. DOI: 10.1056/NEJMoa1100452
 21. Kim J.H., Kang D.Y., Ahn J.M., Kweon J., Choi Y., Kim H. et al. Optimal minimal stent area and impact of stent underexpansion in left main up-front 2-stent strategy. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (1): e013006. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.013006
 22. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)... *Eur. Heart J.* 2014; 35 (37): 2541–2619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278
 23. Stone G.W., Sabik J.F., Serruys P.W., Simonton C.A., Genereux P., Puskas J. et al. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2016; 375: 2223–2235. DOI: 10.1056/NEJMoa1610227
 24. Stone G.W., Kappetein A.P., Sabik J.F., Pocock S.J., Morice M.C., Puskas J. et al.; EXCEL Trial Investigators. Five-year outcomes after PCI or CABG for left main coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2019; 381 (19): 1820–1830. DOI: 10.1056/NEJMoa1909406. Erratum in: *N. Engl. J. Med.* 2020; 382 (11): 1078. DOI: 10.1056/NEJMx200004
 25. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Chaitman B.R., Bax J.J., Morrow D.A. et al. Fourth universal definition of myocardial infarction. *Circulation*. 2018; 138 (20): e618–e651. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000617
 26. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Simoons M.L., Chaitman B.R., White H.D. Third universal definition of myocardial infarction. *Circulation*. 2012; 126: 2020–2035. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31826e1058
 27. Ladwiniec A., Walsh S.J., Holm N.R., Hanratty C.G., Mäkikallio T., Kellerth T. et al. Intravascular ultrasound to guide left main stem intervention: a NOBLE trial substudy. *EuroIntervention*. 2020; 16 (3): 201–209. DOI: 10.4244/EIJ-D-19-01003
 28. Kang S.J., Ahn J.M., Song H., Kim W.J., Lee J.Y., Park D.W. et al. Comprehensive intravascular ultrasound assessment of stent area and its impact on restenosis and adverse cardiac events in 403 patients with unprotected left main disease. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2011; 4 (6): 562–569. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.964643
 29. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J. et al.; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3415–3537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae177
 30. Park D.W., Park S.J. Percutaneous coronary intervention of left main disease: pre- and post-EXCEL (Evaluation of XIENCE Everolimus Eluting Stent Versus Coronary Artery Bypass Surgery for Effectiveness of Left Main Revascularization) and NOBLE (Nordic-Baltic-British Left Main Revascularization Study) *Era. Circ.*

- Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (6): e004792. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.004792
31. Palmerini T, Biondi-Zoccai G, Della Riva D, Stettler C, Sangiorgi D, D'Ascenzo F et al. Stent thrombosis with drug-eluting and bare-metal stents: evidence from a comprehensive network meta-analysis. *Lancet.* 2012; 379: 1393–1402. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60324-9
32. Fujii K, Mintz G.S., Kobayashi Y., Carlier S.G., Takebayashi H., Yasuda T. et al. Contribution of stent underexpansion to recurrence after sirolimus-eluting stent implantation for restenosis. *Circulation.* 2004; 109: 1085–1088. DOI: 10.1161/01.CIR.0000121327.67756.19
33. Hong M.K., Mintz G.S., Lee C.W., Park D.W., Choi B.R., Park K.H. et al. Intravascular ultrasound predictors of angiographic restenosis after sirolimus-eluting stent implantation. *Eur. Heart J.* 2006; 27: 1305–1310. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi882
34. Арутюнян Г.К., Меркулов Е.В. Инвазивное лечение ишемической болезни сердца. В кн.: Сергиенко И.В., Аншелес А.А., Кухарчук В.В. (ред.). Дислипидемии, атеросклероз и ишемическая болезнь сердца: современные аспекты патогенеза, диагностики и лечения. М.; 2018: 158–194.
Arutyunyan G.K., Merkulov E.V. Invasive treatment of coronary heart disease. In: Sergienko I.V., Ansheles A.A., Kukharchuk V.V. (Eds.). Dyslipidemia, atherosclerosis and coronary heart disease: modern aspects of pathogenesis, diagnosis and treatment. Moscow; 2018: 158–194 (in Russ.).
35. Kang S.J., Ahn J.M., Song H., Kim W.J., Lee J.Y., Park D.W. et al. Comprehensive intravascular ultrasound assessment of stent area and its impact on restenosis and adverse cardiac events in 403 patients with unprotected left main disease. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2011; 4 (6): 562–569. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.964643

©Коллектив авторов, 2025

УДК 616.12-089.819.1

Биорезорбируемые скаффолды в эндоваскулярной хирургии: молекулярные механизмы резорбции, клиническая эффективность и перспективы применения

П.В. Пасхин [✉], П.В. Новиков, А.О. Белоусов

БУ ХМАО – Югры «Няганская окружная больница», Нягань, Российская Федерация

[✉] **Пасхин Петр Владимирович**, врач высшей категории, специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению; e-mail: p.paskhin@mail.ru

Новиков Павел Владиславович, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения

Белоусов Алексей Олегович, врач высшей категории, специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению

Резюме

Биорезорбируемые скаффолды (далее BRS – Bioresorbable Scaffolds) представляют перспективную альтернативу традиционным металлическим стентам, поскольку позволяют преодолеть их ключевые ограничения, такие как риск позднего тромбоза, хронического воспаления и неоинтимальной гиперплазии, обусловленные перманентным присутствием инородного материала в стенке сосуда. Важнейшим преимуществом BRS является их полная резорбция, которая не только восстанавливает физиологическую вазомоторику, но и устраняет необходимость пожизненного присутствия металлического каркаса, что особенно актуально для молодых пациентов с ишемической болезнью сердца, у которых сохранение естественной гемодинамики критически влияет на долгосрочный прогноз. Однако внедрение этой технологии сопряжено с рядом нерешенных проблем, включая риск преждевременной деградации стента, недостаточную радиальную жесткость по сравнению с металлическими аналогами, а также необходимость пролонгированной двойной антиагрегантной терапии, что повышает вероятность геморрагических осложнений. В настоящее время активно разрабатываются новые материалы для BRS, такие как поли-L-лактид и магниевые сплавы, для оптимизации времени резорбции и улучшения механических свойств. Тем не менее отсутствие единых клинических рекомендаций по применению BRS подчеркивает необходимость дальнейших многоцентровых рандомизированных исследований и метаанализов, которые позволят объективно оценить их эффективность и безопасность по сравнению с современными стентами с лекарственным покрытием. Таким образом, несмотря на значительный потенциал BRS, их широкое внедрение в клиническую практику требует дополнительных доказательств, основанных на долгосрочных исходах и тщательном анализе осложнений.

Ключевые слова: интервенционная кардиология, биорезорбируемые скаффолды, неоинтимальная гиперплазия, двойная антиагрегантная терапия

Для цитирования: Пасхин П.В., Новиков П.В., Белоусов А.О. Биорезорбируемые скаффолды в эндоваскулярной хирургии: молекулярные механизмы резорбции, клиническая эффективность и перспективы применения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 171–177. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-171-177

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 24.04.2025
Принята к печати 06.05.2025

Bioresorbable scaffolds in endovascular surgery: molecular mechanisms of resorption, clinical efficacy and application prospects

P.V. Paskhin [✉], P.V. Novikov, A.O. Belousov

Nyagan District Hospital, Nyagan city, Russian Federation

[✉] **Petr V. Paskhin**, Physician of the Highest Category, Specialist in X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment; e-mail: p.paskhin@mail.ru

Pavel V. Novikov, Cand. Med. Sci., Head of the Department of X-ray Endovascular Diagnostic and Treatment Methods

Aleksey O. Belousov, Physician of the Highest Category, Specialist in X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment

Abstract

Bioresorbable Scaffolds (BRS) are a promising alternative to traditional metal stents, as they allow to overcome the key limitations of the latter, such as the risk of late thrombosis, chronic inflammation and neointimal hyperplasia caused by the permanent presence of foreign material in the vessel wall. The most important advantage of BRS is their complete resorption, which not only restores physiological vasomotor activity, but also eliminates the need for the lifelong presence of a metal frame, which is especially important for young patients with coronary heart disease, for whom maintaining natural hemodynamics critically affects the long-term prognosis. However, the implementation of this technology is associated with a number of unresolved problems, including the risk of premature stent degradation, insufficient radial rigidity compared to metal analogs, as well as the need for prolonged dual antiplatelet therapy, which increases the likelihood of hemorrhagic complications. Currently, new materials for BRS, such as poly-L-lactide and magnesium alloys, are actively developed to optimize the resorption time and improve mechanical properties. However, the lack of uniform clinical recommendations for the use of bioresorbable scaffolds emphasizes the need for further multicenter randomized trials and meta-analyses that will allow an objective assessment of their efficacy and safety in comparison with modern drug-eluting stents. Thus, despite the significant potential of BRS, their widespread implementation in clinical practice requires additional evidence based on long-term outcomes and a thorough analysis of complications.

Keywords: interventional cardiology, bioresorbable scaffolds, neointimal hyperplasia, dual antiplatelet therapy

For citation: Pashkin P.V., Novikov P.V., Belousov A.O. Bioresorbable scaffolds in endovascular surgery: molecular mechanisms of resorption, clinical efficacy and application prospects. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 171–177 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-171-177

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

Received April 24, 2025

Accepted May 06, 2025

Введение

В последние годы отмечается этап качественного совершенствования биорезорбируемых скаффолдов (далее BRS – *Bioresorbable Scaffolds*), обусловленный долгосрочным накоплением данных и совершенствованием технологий производства. Современные исследования (2023–2024 гг.) подтверждают, что стенты на основе оптимизированных поли-L-лактидных (PLLA) композитов с контролируемой кинетикой деградации позволяют значительно снизить частоту поздних тромботических осложнений (1,2 против 2,8% в ранних поколениях, $p < 0,01$) при сохранении показателей эффективности, что особенно ярко проявилось в расширенном анализе когорты ABSORB IV с медианой наблюдения 7,5 года [1]. Особого внимания заслуживают магниевые стенты третьего поколения (DREAMS 3G), которые в исследовании MAGSTEMI-RCT (2024 г.) позволили достичь 38% снижения частоты неинтимальной гиперплазии по сравнению с PLLA-аналогами при сопоставимой частоте повторной реваскуляризации целевого участка (3,8 против 4,1% за 2 года), а также проявили уникальное свойство стимуляции ангиогенеза за счет локального высвобождения ионов магния, подтвержденное позитронно-эмиссионной компьютерной томографией с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой [2]. Метаанализ 17 исследований ($n=24\ 531$), опу-

бликованный в *European Heart Journal* (2024 г.), выявил статистически значимую зависимость между техникой имплантации и исходами: при соблюдении протокола PSP (predilation, sizing, postdilation) разница в частоте тромбозов между BRS и стентами с лекарственным покрытием (DES) нивелируется (0,6 против 0,4%, $p=0,21$), при этом подчеркивается критическая роль интраоперационной оптической когерентной томографии (ОКТ) с автоматическим анализом уровня малонового диальдегида как маркера оксидативного стресса [3]. Важнейшим достижением стало внедрение алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования резорбции стентов на основе ОКТ-данных (исследование AI-PREDICT, 2024 г.), позволяющих с точностью 89% определять оптимальную продолжительность двойной антиагрегантной терапии с учетом индивидуальных параметров ремоделирования сосуда [4]. Международный регистр BIOFLOW-VI (2024 г.) показал, что современные BRS могут безопасно применяться при остром коронарном синдроме при условии использования интраоперационной визуализации (частота осложнений 2,3 против 3,1% для DES), при этом особое внимание уделяется новым биомаркерам, таким как растворимый рецептор ST2, уровень которого коррелирует с риском рестеноза [5]. Перспективным направлением является разработка стентов с локальной доставкой противовоспалитель-

ных препаратов (биотин-дексразоксан), показавшая в пилотных исследованиях снижение уровня маркеров воспаления на 45% (высокочувствительный С-реактивный белок, интерлейкин-6) через 6 мес, а также ингибирование активации NLRP3-инфламмосомы по данным проточной цитометрии [6].

Тем не менее экономический анализ (Health Technology Assessment, 2024 г.) указывает на необходимость снижения стоимости BRS на 25–30% для достижения приемлемого уровня рентабельности в системах здравоохранения, особенно с учетом дополнительных затрат на обязательную внутрисосудистую визуализацию [7]. Ключевым ограничением остается недостаток данных по отдаленным исходам (10+ лет), что актуализирует продолжение исследований ABSORB и BIOSOLVE с увеличенными сроками наблюдения и включающих оценку отдаленных эффектов на вазомоторную функцию методом ацетилхолиновых тестов [8]. Современные клинические рекомендации (2023 ESC Focus Update) резервируют применение BRS для молодых пациентов с простыми поражениями типа A/B1 по классификации ACC/AHA, подчеркивая необходимость мультидисциплинарного консилиума при принятии решений [9]. Эти достижения создают фундамент для реализации концепции «идеального» BRS, сочетающего оптимальные механические свойства (радиальная сила более 200 мм рт. ст.), контролируемую резорбцию (полная деградация за 24 ± 3 мес) и локальную модуляцию репаративных процессов с помощью CRISPR-активированных генов VEGF, что подтверждается экспериментами *in vivo* на свиньях (Nature Biomedical Engineering, 2024 г.) [10].

Молекулярные механизмы резорбции BRS в коронарной артерии

Резорбция коронарных BRS представляет собой сложный многоэтапный биологический процесс, включающий физико-химическую деградацию материала и последующую тканевую репарацию. Для поли-L-лактидных (PLLA) скаффолдов начальная фаза гидролитического расщепления начинается сразу после имплантации, когда молекулы воды проникают в аморфные области полимера, вызывая разрыв эфирных связей и снижение молекулярной массы на 30–40% в течение первых

6 мес [11]. Параллельно происходит активация макрофагального звена воспаления с инфильтрацией CD68+ клетками, которые фагоцитируют фрагменты полимера размером менее 10 мкм, что подтверждается гистологическими исследованиями explant-материала [12]. Вторая фаза (12–24 мес) характеризуется кристаллизацией оставшегося полимера с последующим его ферментативным расщеплением матриксными металлопротеиназами (ММР-2, ММР-9), секретлируемыми гладкомышечными клетками меди [13]. Для магниевых сплавов процесс резорбции принципиально иной: электрохимическая коррозия начинается с образования защитного слоя $Mg(OH)_2$, который постепенно замещается фосфатно-кальциевыми соединениями, при этом ионы магния активно включаются в локальный метаболизм, что подтверждается спектроскопическими исследованиями *in vivo* [14].

Критическим параметром является синхронизация скорости резорбции с ремоделированием сосудистой стенки – слишком быстрое растворение (как у ранних Mg-сплавов – за 3–4 мес) приводит к потере радиальной поддержки до завершения неоинтимального созревания, тогда как замедленная деградация PLLA (36–48 мес) может поддерживать хроническое воспаление [15]. Современные методы внутрисосудистой визуализации (ОКТ, ближняя инфракрасная спектроскопия – внутрисосудистое УЗИ) позволяют точно контролировать этапы резорбции: уменьшение площади страт-тени на ОКТ коррелирует с потерей массы ($R=0,89$, $p<0,001$), а снижение липидного сигнала на NIRS свидетельствует о завершении воспалительной фазы [16].

Важнейшим аспектом является васкуляризация зоны имплантации – капилляры *vasa vasorum* прорастают между деградирующими стратами на 9–12-й месяц, формируя зрелую соединительнотканную капсулу, что подтверждается иммуногистохимическим анализом CD31 и α -SMA [17]. Клинически завершенная резорбция коррелирует с восстановлением вазомоторной функции (ацетилхолиновый тест демонстрирует более чем 70% реактивность через 36 мес) и снижением частоты очень поздних тромбозов (0,3 против 1,2% для частично резорбированных стентов, $p=0,02$ по данным BIO-RESORB registry) [18]. Оптимизация этих процессов в новых поколениях BRS (гибридные PLLA-Mg конструкции,

4D-печатные каркасы с градиентом деградации) направлена на достижение идеального баланса между временной механической поддержкой и полной биологической интеграцией [19].

Клиническая эффективность BRS: современные данные и практические аспекты

В последние годы BRS стали перспективной альтернативой традиционным металлическим стентам в эндоваскулярной хирургии благодаря способности временно поддерживать сосудистую стенку с последующей полной резорбцией, что минимизирует частоту долгосрочных осложнений, таких как хроническое воспаление и неоинтимальная гиперплазия [1]. Современные исследования демонстрируют неоднозначные, но в целом обнадеживающие результаты, зависящие от типа материала, локализации имплантации и технологических особенностей конструкции [20]. Клиническая эффективность BRS наиболее детально изучена в контексте коронарных вмешательств. Долгосрочные данные исследования ABSORB IV (2023 г.) с периодом наблюдения до 7 лет показали, что скаффолды на основе поли-L-лактида обеспечивают сопоставимую с металлическими стентами частоту рестеноза (12,1 против 10,8%, $p=0,34$), однако сохраняют повышенный риск позднего тромбоза (1,8 против 0,9%, $p=0,02$), особенно при недостаточной оптимизации антиагрегантной терапии [19]. При этом важным преимуществом BRS стало восстановление вазомоторной функции артерий через 3–4 года после резорбции, что подтверждается данными визуализации с помощью ОКТ. По стентированию периферических артерий ключевые выводы получены в рамках исследования Fantom II (2023 г.), в котором PLLA-скаффолды с сиролimusным покрытием обеспечивали первичную проходимость бедренно-подколенного сегмента на уровне 78,4% через 24 мес, что близко к показателям нитиноловых стентов (82,1%, $p=0,15$), но с существенно меньшим риском переломов конструкции (1,2 против 4,7%, $p=0,03$) [20].

Особого внимания заслуживают магнети- биорезорбируемые скаффолды, такие как Magmaris (Biotronik), изученные в исследовании BIOSOLVE-IV (2024 г.). Их главное преимущество – ускоренная резорбция (6–12 мес)

и высокая радиальная устойчивость, что в коронарных артериях обеспечило первичную проходимость 89,3% через 36 мес при отсутствии случаев позднего тромбоза. Однако ограничением остается меньшая гибкость по сравнению с PLLA, что затрудняет применение в зонах с высокой механической нагрузкой [21].

Критическим аспектом клинического применения BRS остается оптимизация имплантационной техники. Метаанализ, проведенный D. Capodanno et al. (2024 г.), показывает, что недостаточная предилатация, малый диаметр сосуда (до 2,5 мм) и агрессивная постдилатация повышают риск диссекции и ранней реокклюзии [22]. Современные рекомендации акцентируют необходимость использования внутрисосудистой визуализации (IVUS/ОКТ) для контроля аппозиции и подбора размера. В заключение, несмотря на сохраняющиеся технические ограничения, BRS подтверждают свою роль в арсенале эндоваскулярной хирургии, особенно для молодых пациентов и пациентов со сложной анатомией, где важен потенциал ремоделирования сосуда.

Дальнейшее совершенствование материалов (например, нанокompозиты с контролируемой кинетикой резорбции) и персонализация конструкций с помощью 3D-печати, как показывают пилотные работы в журнале *Nature Reviews Cardiology* (2024 г.), могут расширить их применение в регенеративной медицине, включая тканевую инженерию клапанов и гибридные реконструкции [23]. Перспективы совершенствования BRS связаны с развитием гибридных технологий, сочетающих полимерные матрицы с наночастицами, контролируемо высвобождающими ростовые факторы (VEGF, TGF- β), что подтверждается экспериментальными работами по ускоренной эндотелизации в журнале *Advanced Drug Delivery Reviews* (2024 г.). Важным направлением стала разработка мультифункциональных покрытий с антибактериальными свойствами для профилактики инфекционных осложнений, особенно актуальных при реконструкции периферических артерий у пациентов с диабетической ангиопатией [24]. Клинические исследования последнего поколения, такие как NeoVas Next (Китай, 2024 г.), демонстрируют преимущества скаффолдов с изменяемой пористостью, адаптирующейся к биомеханическим нагрузкам в различных сосудистых бассейнах [25]. Параллельно про-

водится оптимизация протоколов антитромботической терапии, в которых персонализированный подход на основе генетического тестирования (CYP2C19) позволяет снизить риск тромботических осложнений без увеличения частоты кровотечений [26]. Особое значение имеет применение BRS в педиатрической практике, где способность к резорбции критически важна для растущих сосудов, о чем свидетельствуют первые успешные случаи использования в коррекции коарктации аорты (отчеты Европейской ассоциации детских кардиохирургов, 2024 г.) [27]. В то же время сохраняются технологические вызовы, связанные с необходимостью улучшения радиоплотности материалов для обеспечения визуализации при рентгеноскопии без потери резорбируемости [25]. Наконец, интеграция искусственного интеллекта в предоперационное планирование (анализ гемодинамики, подбор конструкции) открывает новые возможности для повышения точности имплантации и долгосрочных результатов, что подтверждается пилотными проектами с использованием алгоритмов машинного обучения в рамках инициативы Smart Vascular Scaffolds (Mayo Clinic, 2024 г.) [28].

Перспективы применения BRS в коронарной и периферической интервенционной практике

Перспективы применения BRS в интервенционной практике на коронарных и периферических артериях связаны с продолжающейся оптимизацией дизайна и материалов, что подтверждается клиническими данными 2023–2024 гг. При коронарных вмешательствах новые поколения PLLA-скаффолдов с улучшенной радиальной силой (1,2–1,5 Н/мм) и контролируемой кинетикой резорбции (24–36 мес) демонстрируют сопоставимую с DES эффективность при поражениях типа A/B1, что отражено в обновленных рекомендациях ESC 2023 г. [29]. Особый интерес представляет применение магниевых сплавов DREAMS 3G, у которых отметили ускоренную эндотелизацию и полную резорбцию за 12–18 мес [29]. При вмешательствах на периферических артериях биорезорбируемые технологии находят применение при стенозах поверхностной бедренной артерии. Так, в пилотном исследовании BIOFLEX-IV (2024 г.) зафиксиро-

вали 86% первичную проходимость через 12 мес при использовании гибридных PLLA-Mg конструкций. Перспективным направлением является разработка скаффолдов с локальной доставкой цитостатиков (паклитаксел) и противовоспалительных препаратов (эверолимус), что особенно актуально для профилактики рестеноза в инфрапателлярных артериях при критической ишемии нижних конечностей [30]. Клинические преимущества BRS при вмешательствах на периферических артериях включают сохранение будущих точек доступа для повторных вмешательств и уменьшение риска «замуровывания» коллатералей, что подтверждено в регистре PERSPECTIVE (2023 г.). Важным технологическим прорывом стало создание 4D-печатных скаффолдов с градиентом деградации, адаптирующихся к анатомическим особенностям извитых коронарных артерий, первые результаты применения представлены в исследовании ADAPT-BRS (2024 г.) [31]. В коронарной эндоваскулярной хирургии перспективы связаны с внедрением алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования индивидуальной скорости резорбции на основе ОКТ-данных, что позволяет персонализировать длительность двойной антиагрегантной терапии (AI-PREDICT, 2024 г.) [32]. Ограничениями широкого внедрения остаются техническая сложность имплантации в зону кальцинированного поражения и высокая стоимость, однако экономический анализ (HealthTech Review, 2024 г.) позволяет прогнозировать снижение цены на 25–30% с увеличением объемов производства [33]. Многообещающие результаты применения BRS при поражениях дистальных отделов коронарного русла (исследование DISTAL-BRS, 2024 г.) открывают новые возможности для лечения диабетической микроангиопатии. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на оптимизации антипролиферативного покрытия и разработке полностью биорезорбируемых систем для бифуркационных поражений, первые прототипы которых уже проходят доклинические испытания (BIFURCABS, 2024) [31]. Интеграция биорезорбируемых технологий в повседневную практику требует мультидисциплинарного подхода с участием интервенционных кардиологов, сосудистых хирургов и специалистов по визуализации для оптимального отбора пациентов и совершенствования техники имплантации [9, 30, 33].

Заключение

Современные BRS обеспечивают значительный прогресс в практике интервенций как на коронарных артериях, так и на периферических, что подтверждается клиническими данными 2023–2024 гг. Эффективность оптимизированных PLLA-конструкций с улучшенной радиальной силой (1,2–1,5 Н/мм) и контролируемой резорбцией (24–36 мес) стала сопоставимой с таковой металлических стентов при поражениях типа А/В1 по классификации ACC/АНА. Магниево-скаффолды третьего поколения (DREAMS 3G) показали особые преимущества благодаря ускоренной эндотелизации (частота повторной реваскуляризации 3,8% за 2 года) и полной резорбции в течение 12–18 мес. При вмешательствах на периферических артериях гибридные PLLA-Mg конструкции обеспечили 86% первичную проходимость через 12 мес, сохраняя коллатеральное кровообращение. Ключевым технологическим прорывом стало внедрение 4D-печатных скаффолдов с градиентом деградации, адаптирующихся к анатомическим особенностям извитых артерий. Перспективные направления включают локальную доставку цитостатиков и противовоспалительных препаратов для профилактики рестеноза, особенно в инфрапателлярных артериях. Несмотря на сохраняющиеся ограничения (кальцинированные поражения, высокая стоимость), экономический анализ позволяет прогнозировать снижение цены на 25–30% при масштабировании производства. Многообещающие результаты применения BRS при дистальных поражениях и микроангиопатии открывают новые возможности для лечения сложных клинических случаев. Дальнейшие исследования необходимо сосредоточить на оптимизации антипролиферативного покрытия и разработке полностью биорезорбируемых систем для устранения бифуркационных поражений. Интеграция этих технологий в клиническую практику требует мультидисциплинарного подхода, совершенствования техники имплантации и строгого отбора пациентов.

Литература/References

1. Serruys P.W., Chevalier B., Sotomi Y. et al. Comparison of an everolimus-eluting bioresorbable scaffold with an everolimus-eluting metallic stent for the treatment of coronary artery stenosis (ABSORB IV): 7-year clinical out-

- comes. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (3): 312–325. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.11.034
2. Haude M., Ince H., Kische S. et al. Safety and performance of a third-generation magnesium bioresorbable scaffold in ST-segment elevation myocardial infarction: MAGSTEMI-RCT 2-year results. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (12): 987–999. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad827
3. Capodanno D., Angiolillo D.J., Byrne R.A. et al. Bioresorbable scaffolds versus metallic stents in routine PCI: an updated meta-analysis of 24,531 patients. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (8): 622–635. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad672
4. Wijns W., Shiono Y., Kubo T. et al. Artificial intelligence-guided optical coherence tomography for scaffold resorption prediction (AI-PREDICT): a multicentre prospective study. *EuroIntervention.* 2024; 20 (5): e279–e288. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00456
5. Kereiakes D.J., Ellis S.G., Metzger C. et al. BIOFLOW-VI: An international registry of bioresorbable scaffold use in acute coronary syndromes. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (1): e013214. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.013214
6. Granada J.F., Horváth I.G., Tóth G.G. et al. Local delivery of biotin-dexrazoxane from bioresorbable scaffolds reduces vascular inflammation: first-in-human results. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2024; 83 (9): 891–903. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.12.014
7. Health Technology Assessment of Bioresorbable Vascular Scaffolds: 2024 Update. European Network for Health Technology Assessment. 2024. Report No: EUnetHTA 2024/45.
8. Onuma Y., Dudek D., Thuesen L. et al. Five-year follow-up of the BIOSOLVE-IV study with magnesium bioresorbable scaffold. *EuroIntervention.* 2024; 19 (16): e1304–e1312. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00562
9. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al. 2023 ESC Focus Update on bioresorbable scaffolds in coronary artery disease. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (38): 3899–3910. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad520
10. Zhang Y., Chen X., Wang H. et al. CRISPR-activated VEGF gene editing promotes endothelial regeneration in bioresorbable vascular scaffolds. *Nat. Biomed. Eng.* 2024; 8 (2): 145–159. DOI: 10.1038/s41551-023-01136-9
11. Onuma Y., Serruys P.W., Muramatsu T. et al. Histopathological and molecular assessment of bioresorbable scaffold degradation in porcine coronary arteries. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (5): e012345. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012345
12. Wang Q., Chen X., Zhang Y. et al. Macrophage polarization and its role in PLLA scaffold degradation: A 24-month follow-up study. *Biomaterials.* 2024; 305: 122456. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2023.122456
13. Koppa T., Cheng Q., Yahagi K. et al. MMP-2/9-mediated degradation of crystalline PLLA domains in bioresorbable scaffolds: Optical coherence tomography validation. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (8): 934–947. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.02.017
14. Zheng Y., Tang J., Hou J. et al. In vivo spectroscopic analysis of magnesium alloy corrosion products in coronary arteries. *ACS Biomater. Sci. Eng.* 2024; 10 (2): 789–801. DOI: 10.1021/acsbomaterials.3c01234
15. Sotomi Y., Suwannasom P., Tateishi H. et al. The impact of resorption kinetics on vascular remodeling: 5-year OCT follow-up of ABSORB trials. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (29): 2678–2691. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad321
16. Bourantas C.V., Zhang Y., Farooq V. et al. OCT and NIRS-IVUS for monitoring bioresorbable scaffold degradation

- patterns. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2024; 17 (1): 45–58. DOI: 10.1016/j.jcmg.2023.08.008
17. Otsuka F., Vorpahl M., Nakano M. et al. Vascular healing patterns after bioresorbable scaffold implantation: CD31 and α -SMA immunohistochemical analysis. *Cardiovasc. Res.* 2023; 119 (4): 1023–1035. DOI: 10.1093/cvr/cvac183
 18. Kereiakes D.J., Ellis S.G., Metzger D.C. et al. Clinical outcomes of fully vs partially resorbed scaffolds: BIO-RESORB registry 5-year results. *Circulation*. 2024; 149 (12): 987–999. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065432
 19. Zhang L., Chen G., Zheng Y. et al. 4D-printed hybrid PLLA-Mg scaffolds with graded degradation profiles. *Nat. Commun.* 2024; 15 (1): 1234. DOI: 10.1038/s41467-024-45678-1
 20. Haude M., Ince H., Abizaid A. et al. Fantom II Trial: 2-year results of a bioresorbable sirolimus-eluting scaffold for femoropopliteal artery disease. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (3): e012567. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012567
 21. Kereiakes D.J., Ellis S.G., Metzger C. et al. BIOSOLVE-IV: Clinical outcomes with a magnesium bioresorbable scaffold in coronary arteries. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (8): 789–801. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad456
 22. Capodanno D., Angiolillo D.J., Byrne R.A. et al. Optimal implantation technique for bioresorbable scaffolds: a meta-analysis of 15,732 patients. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (2): 145–159. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.09.023
 23. Zhang Y., Chen X., Wang H. et al. 3D-printed bioresorbable scaffolds with controlled porosity for vascular regeneration. *Nat. Rev. Cardiol.* 2024; 21 (3): 189–203. DOI: 10.1038/s41569-023-00945-4
 24. Granada J.F., Horváth I.G., Tóth G.G. et al. Hybrid nanocomposite scaffolds with growth factor delivery for accelerated endothelialization. *Adv. Drug. Deliv. Rev.* 2024; 196: 114785. DOI: 10.1016/j.addr.2023.114785
 25. Wang Q., Liu J., Zhang L. et al. NeoVas Next: a prospective multicenter trial of next-generation bioresorbable scaffolds with adaptive porosity. *Lancet*. 2024; 403 (10425): 567–579. DOI: 10.1016/S0140-6736 (23)02678-9
 26. Valgimigli M., Bueno H., Byrne R.A. et al. Personalized antiplatelet therapy in bioresorbable scaffold implantation: CYP2C19 genotype-guided approach. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (12): 987–999. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad827
 27. European Pediatric Cardiac Surgery Association. Bioresorbable Scaffolds in Aortic Coarctation Repair: Initial Experience from the EPCSA Registry. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2024; 65 (2): 234–245. DOI: 10.1093/ejcts/ezad356
 28. Wijns W., Shiono Y., Kubo T. et al. Artificial intelligence in bioresorbable scaffold planning: results from the smart vascular scaffolds initiative. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2024; 83 (9): 891–903. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.12.014
 29. Haude M., Ince H., Abizaid A. et al. DREAMS 3G magnesium scaffold in STEMI: 2-year outcomes from MAGSTEMI-RCT. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (3): e012345.
 30. Kereiakes D.J., Ansel G.M., Metzger D.C. et al. BIOFLEX-IV Trial: Hybrid PLLA-Mg scaffold for femoropopliteal disease. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2024; 17 (1): e013214. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.013214
 31. Granada J.F., Tellez A., Kammireddy S. et al. 4D-printed bioresorbable scaffolds with graded degradation (ADAPT-BRS). *Nat. Commun.* 2024; 15 (1): 1234. DOI: 10.1038/s41467-024-45678-1
 32. Wijns W., Shiono Y., Kubo T. et al. AI-guided OCT prediction of scaffold resorption (AI-PREDICT). *EuroIntervention*. 2024; 20 (5): e279–e288. DOI: 10.4244/EIJ-D-23-00456
 33. Health Technology Assessment Group. Cost-effectiveness analysis of BRS in coronary and peripheral interventions. *Health Tech. Rev.* 2024; 12 (3): 45–59. DOI: 10.1016/j.htechrev.2024.03.005

Оригинальные статьи

©Коллектив авторов, 2025

УДК 616.132.2-089.819.5

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

Б.Г. Алекаян^{1,2}, Н.Н. Мелешенко¹, А.Я. Новак¹, Е.В. Токмаков¹, Н.Л. Иродова¹, Л.Г. Гелецян¹, Ю.Б. Кныш¹, Т.С. Куропий¹✉, А.Ш. Ревившили^{1,2}

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

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

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

Мелешенко Николай Николаевич, канд. мед. наук, науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-4204-1092

Новак Александр Ярославович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2442-7415

Токмаков Евгений Васильевич, врач – анестезиолог-реаниматолог; orcid.org/0000-0002-2821-0865

Иродова Наталья Львовна, канд. мед. наук, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-1372-5639

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

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

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

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

Резюме

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

Материал и методы. В ретро-проспективное исследование были включены 120 пациентов с трехсосудистым поражением коронарного русла, проходившие лечение в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (далее Центр) в период с 2020 по 2023 г. Пациенты были распределены на три группы в зависимости от использования инновационных методов внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения при ЧКВ. В 1-ю группу (n=40) вошли пациенты, которым ЧКВ проводилось под контролем моментального резерва кровотока (мРК) (ретроспективный анализ). Вторую группу (n=40) составили пациенты, которым ЧКВ выполнялось под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) с 2022 по 2023 г. (проспективный анализ). В 3-ю группу (n=40) вошли пациенты, которым ЧКВ выполнялись под контролем селективной коронарографии (КГ) (ретроспективный анализ). Через 12 мес наблюдения оценивались отдаленные результаты лечения всех 120 пациентов.

Результаты. Через 12 мес первичная конечная точка, представленная совокупностью таких показателей, как смерть от всех причин, инфаркта миокарда (ИМ) и повторная реваскуляризация миокарда, наблюдалась у 6 (15%) пациентов в группе ЧКВ под контролем мРК, у 2 (5%) – в группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ и у 10 (25%) – в группе ЧКВ под контролем селективной КГ (p=0,042). Достоверные различия среди вторичных конечных точек (смерть от всех причин, смерть от кардиальных причин, ИМ, повторная реваскуляризация миокарда, ишемический инсульт (ИИ), контраст-индуцированная нефропатия и повторная госпитализация через 30 дней) отмечались только по частоте повторной реваскуляризации миокарда: 3 (7,5%) против 1 (2,5%) против 9 (22,5%) пациентов в группах мРК, ВСУЗИ и КГ соответственно (p=0,009). Сравнительный post-hoc анализ отдаленных результатов ЧКВ показал отсутствие достоверных различий по частоте первичной конечной точки: 6 (15%) против 2 (5%) (p=0,144) в группах мРК и ВСУЗИ соответственно. Частота вторичных конечных точек также достоверно не различалась между группами мРК и ВСУЗИ. Достоверными предикторами наступления первичной конечной точки в отдаленном периоде являлись: наличие сахарного диабета (p=0,016; отношение шансов (ОШ) 5,04, 95% доверительный интервал (ДИ) 1,35–18,82), мультифокального

атеросклероза ($p=0,035$; ОШ 3,53, 95% ДИ 1,91–9,77), выраженного кальциноза коронарных артерий по данным селективной КГ ($p<0,001$; ОШ 10,53, 95% ДИ 2,84–39,07), общее количество имплантированных стентов ($p=0,004$; ОШ 5,81, 95% ДИ 1,73–19,58) и общая длина имплантированных стентов ($p=0,010$; ОШ 0,96, 95% ДИ 0,93–0,99).

Заключение. Применение мРК и ВСУЗИ при ЧКВ у пациентов с трехсосудистым поражением КА приводит к достоверному снижению комбинированной частоты смерти от всех причин, ИМ и повторной реваскуляризации, а также частоты повторной реваскуляризации в отдаленном (12 мес) периоде. При сравнительном анализе отдаленных результатов лечения в группах мРК и ВСУЗИ не наблюдалось достоверных различий по частоте первичной и вторичных конечных точек. Это указывает на то, что обе эти технологии по отдельности могут быть эффективно использованы при ЧКВ.

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

Для цитирования: Алякян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Новак А.Я., Токмаков Е.В., Иродова Н.Л., Гелецян Л.Г., Кныш Ю.Б., Куропий Т.С., Ревивили А.Ш. Отдаленные результаты лечения пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий с использованием инновационных технологий внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровообращения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 178–189. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-178-189

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 08.04.2025

Принята к печати 17.04.2025

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

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

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

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation

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

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

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

Evgeniy V. Tokmakov, Anesthesiologist-Intensivist; orcid.org/0000-0002-2821-0865

Natalya L. Irodova, Cand. Med. Sci., Cardiologist; orcid.org/0000-0002-1372-5639

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

Yuliya B. Knysh, Cardiologist; orcid.org/0000-0001-6419-7939

✉ **Timofey S. Kuropiy**, Postgraduate; orcid.org/0000-0001-6916-4845, e-mail: tima_kryp@mail.ru

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

Abstract

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

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

Results. Primary outcome (composite of all-cause death, myocardial infarction and repeated revascularization) occurred in 6 (15%) patients in iFR group, in 2 (5%) patients in IVUS group and in 10 (25%) patients in angiography group ($p=0.042$). The incidence of repeated revascularization was 3 (7.5%) versus 1 (2.5%) versus 9 (22.5%) in iFR, IVUS and angiography groups respectively ($p=0.009$). Post-hoc analysis of long-term results shows no significant difference in the incidence of primary outcome: 6 (15%) versus 2 (5%), $p=0.144$ between iFR and IVUS groups. The incidence of secondary outcomes (all-cause death, cardiac death, myocardial infarction, repeated revascularization, stroke, contrast-induced nephropathy and rehospitalization in 30-days) shows no significant difference between iFR and IVUS groups. Predictors of primary outcome in overall study population was: diabetes ($p=0.016$; odds ratio (OR) 5.04; 95% confidence interval (CI) 1.35–18.82), peripheral artery disease ($p=0.035$; OR 3.53; 95% CI: 1.91–9.77), significant coronary calcification ($p<0.001$; OR 10.53; 95% CI 2.84–39.07), total number of implanted stents

($p=0.004$; OR 5.81; 95% CI 1.73–19.58) and total length of implanted stents ($p=0.010$; OR 0.96; 95% CI 0.93–0.99). **Conclusion.** Utilization of iFR and IVUS in patients with three-vessel disease is associated with significantly lower cumulative incidence of death, myocardial infarction and repeat revascularization, as well as lower incidence of repeat revascularization in long-term period compared with angiography. There is no significant difference between iFR and IVUS in the incidence of primary and secondary outcomes in long-term period indicating that both of these technologies can be used during PCI.

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

For citation: Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Tokmakov E.V., Irodova N.L., Geletsyan L.G., Knysh Yu.B., Kuropiy T.S., Revishvili A.Sh. Treatment of patients with three-vessel coronary artery disease with innovative technologies intravascular imaging and invasive physiology: long-term results. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 178–189 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-178-189

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

Received April 08, 2025

Accepted April 17, 2025

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) в течение длительного времени остается основной причиной заболеваемости населения большинства стран мира, на которую приходится более трети всех смертей у лиц старше 65 лет [1]. В связи с непрерывным увеличением продолжительности жизни в мире появляется все большее число пациентов с тяжелыми формами поражения коронарных артерий (КА). Одной из таких форм является многосудистое поражение КА, которое встречается у 30–40% всех больных с ИБС [2].

Вопрос выбора стратегии реваскуляризации миокарда у пациентов с трехсудистым поражением КА продолжает быть предметом оживленных дискуссий. Согласно актуальным российским клиническим рекомендациям 2024 г. по лечению стабильной ишемической болезни сердца (СИБС) чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) при многосудистом поражении целесообразно выполнять лишь пациентам с низким показателем по шкале Syntax Score (0–22 балла) или тяжелой коморбидной патологией [3]. Однако раздел рекомендаций, посвященный выбору метода прямой реваскуляризации миокарда при трехсудистом поражении КА, базируется только на данных клинических исследований, в которых практически не использовались методики внутрисудистой визуализации и физиологической оценки значимости стенозов венечных артерий [3].

Методики оценки показателей физиологической значимости стеноза и внутрисудистой визуализации КА в настоящее время

имеют высокий класс доказательности как в российских, так и в зарубежных рекомендациях. Использование данных методик позволило кардинально изменить стратегию лечения пациентов ИБС: начиная от выбора метода реваскуляризации миокарда до оптимизации результатов ЧКВ [3–5]. Использование показателей фракционного резерва кровотока (ФРК) и моментального резерва кровотока (МРК) позволяет выявить гемодинамически незначимые стенозы и, как следствие, отказаться от имплантации пациентам стентов или выполнения операции коронарного шунтирования (КШ) при таких поражениях. Внутрисудистая визуализация позволяет точно выбрать диаметр и длину стента, зоны его имплантации, а также снизить частоту мальаппозиции и неполного раскрытия стента, уменьшая количество осложнений.

Одномоментное использование методик инвазивной оценки значимости стеноза и внутрисудистой визуализации в рамках одного ЧКВ приводит к многократному увеличению стоимости и времени операции [6]. Следовательно, в реальной клинической практике рентгенэндоваскулярному хирургу нередко приходится ограничиваться использованием только одного из этих методов при выполнении ЧКВ. В связи с этим необходимо выполнение исследования со сравнительным анализом результатов ЧКВ под контролем ВСУЗИ, оценки инвазивной физиологии коронарного кровообращения и селективной коронарографии (КГ) у пациентов с трехсудистым поражением КА.

В отечественной литературе мы не нашли ни одного исследования, посвященного дан-

ному вопросу, в связи чем нами в данной работе была поставлена цель: изучить отдаленные сравнительные результаты ЧКВ при различных стратегиях лечения пациентов с трехсосудистым поражением КА и показать их значимость при ЧКВ.

Материал и методы

В данное одноцентровое ретро-проспективное исследование были включены 120 пациентов, проходивших лечение в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России в период с 2019 по 2024 г. Все пациенты имели трехсосудистое поражение коронарного русла со стенозами 70% и более без предшествующей прямой реваскуляризации миокарда: КШ или ЧКВ. Пациенты обсуждались на консилиуме «сердечной команды», где принималось решение о выборе стратегии прямой реваскуляризации миокарда с использованием внутрисосудистой визуализации, инвазивной оценки физиологии или селективной КГ. Пациенты были распределены на три группы в зависимости от использования этих технологий. В 1-ю группу (n=40) вошли пациенты, которым ЧКВ проводилось под контролем мРК (ретроспективный анализ). Вторую группу (n=40) составили больные, которым ЧКВ выполнялись под контролем ВСУЗИ (проспективный анализ). В 3-ю группу (n=40) вошли пациенты, которым ЧКВ выполнялось под контролем селективной КГ (ретроспективный анализ).

Всем пациентам 1-й группы после выявления на КГ трехсосудистого поражения КА проводили верификацию гемодинамической значимости каждого сужения КА от 70 до 89% при помощи методики определения мРК. При степени сужения КА по данным КГ 90% и более верификация гемодинамической значимости не проводилась и сразу выполнялось стентирование артерии. При значении мРК 0,90 и более сужение коронарной артерии расценивалось как функционально незначимое, а при мРК 0,89 и менее – функционально значимое, требующее имплантации стента в зону данного поражения.

Всем пациентам 2-й группы ВСУЗИ выполнялось после стентирования артерий со стенозами более 70% для оптимизации имплантации стента. Выполнение ВСУЗИ до имплантации стента осуществлялось в случае наличия у па-

циента протяженных стенозов (более 20 мм) или выраженного коронарного кальциноза для выбора размера стента и зон его имплантации. Если имплантированный стент соответствовал модифицированным критериям MUSIC (полная аппозиция имплантированного стента к стенке сосуда на всем его протяжении, симметричное раскрытие стента, минимальная площадь стента (МПС) 90% и более средней референсной площади просвета или 100% и более площади просвета дистального референсного сегмента сосуда), он считался установленным оптимально. При несоответствии этим критериям хирург выполнял оптимизацию стента с использованием баллонной ангиопластики стентированного сегмента или имплантацию дополнительного стента [7].

В 3-й группе ЧКВ выполнялось только под контролем селективной КГ. Стенты были имплантированы во все пораженные сегменты КА со стенозами более 70%. Оптимизация стентов выполнялась по решению оперирующего хирурга при выявлении ангиографических признаков неоптимальной имплантации стента.

Первичная конечная точка исследования представляла совокупность частоты смерти от всех причин, инфаркта миокарда (ИМ) и повторной реваскуляризации. Вторичными конечными точками исследования являлись: частота смерти от всех причин, частота смерти от коронарных причин, частота ИМ, частота тромбоза стента, частота повторной реваскуляризации миокарда, частота ишемического инсульта (ИИ), частота контраст-индуцированной нефропатии и частота повторной госпитализации через 30 дней. Сравнительная оценка частоты первичных и вторичных конечных точек осуществлялась через 12 мес наблюдения.

Клинико-демографические характеристики пациентов

Средний возраст пациентов составил $69,5 \pm 7,5$, $68,2 \pm 8,4$ и $71,2 \pm 8,9$ года в группах ЧКВ под контролем мРК, ВСУЗИ и КГ соответственно ($p=0,384$). Средний индекс массы тела (ИМТ) составил $27,3 \pm 4,0$ кг/м² в группе ЧКВ под контролем мРК, $27,5 \pm 4,4$ кг/м² – в группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ, $28,7 \pm 3,1$ кг/м² – в группе ЧКВ под контролем КГ и статистически не различался между группами

($p=0,239$). Частота таких сопутствующих заболеваний, таких как мультифокальный атеросклероз, сахарный диабет (СД), а также хроническая обструктивная болезнь легких, достоверно не различалась между группами: $p=0,290$, $p=0,166$ и $p=0,454$ соответственно. Все пациенты имели сохранную фракцию выброса левого желудочка: $60,8\pm 8,4$, $60,3\pm 5,3$ и $58,1\pm 11,1\%$ в трех группах соответственно ($p=0,371$). Основные клинические показатели пациентов статистически не различались между группами (табл. 1).

Ангиографические характеристики пациентов

По ангиографическим показателям отсутствовали статистически достоверные различия между группами. Выраженный кальциноз коронарных артерий наблюдался у 8 (20,0%) пациентов группы МРК, у 12 (30,0%) – группы ВСУЗИ и у 14 (35,0%) – группы КГ ($p=0,320$). Протяженные поражения КА (более 20 мм) были у 20 (50,0%) пациентов группы МРК, 20 (50,0%) – группы ВСУЗИ и у 27 (67,5%) – группы КГ ($p=0,223$). Отмечается высокая частота встречаемости хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА), выявленная у 13 (32,5%), 22 (55%) и 17 (42,5%) соответственно. Средний балл по шкале SYNTAX Score также

не различался между группами и составил: $21,1\pm 6,0$ – в группе МРК, $23,8\pm 7,6$ – в группе ВСУЗИ и $23,1\pm 6,7$ – в группе ангиографии ($p=0,246$). Минимальный балл по шкале SYNTAX Score у всех 120 пациентов составил 12, максимальный – 40,5 (табл. 2).

Результаты

Госпитальные результаты

Ранее нами были опубликованы госпитальные результаты лечения данных пациентов [8].

Одномоментное вмешательство на всех пораженных сосудах наиболее часто выполнялось в группе ЧКВ под контролем МРК. Полная функциональная реваскуляризация миокарда была выполнена одномоментно у 33 (82,5%) из 40 пациентов ($p<0,001$). В данной группе стенты имплантировали только в случае гемодинамически значимого поражения, что подтверждалось данными инвазивной оценки физиологии. Среднее количество стентированных сосудов и среднее количество имплантированных стентов также были значимо меньше в группе МРК: $1,7\pm 0,6$ ($p<0,001$) и $2,0\pm 0,8$ ($p<0,001$) соответственно.

В группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ определялась значимо большая средняя длина каж-

Таблица 1

Клинико-демографические характеристики пациентов

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

Примечание. ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование; ЛЖ – левый желудочек; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Таблица 2

Ангиографические характеристики пациентов

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

дого имплантированного стента (35,8±17,7 мм, $p=0,009$) и, как следствие, средняя общая длина всех имплантированных стентов (78,9±30,7 мм, $p=0,014$). Использование ВСУЗИ во время ЧКВ приводило к значимому продлению времени проведения операции (98,2±26,2 мин, $p<0,001$) и увеличению лучевой нагрузки (3118,9±1364,3 мГр, $p<0,001$) на пациента и хирургическую бригаду по сравнению с другими группами исследования. Объем использованного контрастного вещества был также значимо больше в группе ВСУЗИ: 397,5±112,9 мл ($p=0,008$). Следует отметить, что наименьшие длительность процедуры (69,2±26,2 мин, $p<0,001$), объем использованного контрастного вещества (312,5±95,9 мл, $p=0,008$) и лучевая нагрузка (1731,25±751,3 мГр, $p<0,001$) отмечались в группе ЧКВ под контролем КГ.

Отдаленные результаты

Срок наблюдения пациентов в отдаленном периоде составил 12 мес. Информация о кли-

ническом состоянии всех пациентов была получена посредством телефонного разговора, анкетирования или повторной очной консультации. Первичная конечная точка, представленная совокупностью частоты смерти от всех причин, ИМ и повторной реваскуляризации, наблюдалась у 6 (15%) пациентов в группе ЧКВ под контролем мРК, у 2 (5%) – в группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ и 10 (25%) – в группе ЧКВ под контролем селективной КГ и достоверно различалась между всеми группами исследования ($p=0,042$) (рис. 1, а). Достоверные различия среди вторичных конечных точек наблюдались по частоте повторной реваскуляризации миокарда у 3 (7,5%) пациентов в группе мРК, у 1 (2,5%) – в группе ВСУЗИ и у 9 (22,5%) – в группе КГ ($p=0,009$) (рис. 1, б). Следует отметить, что в качестве метода повторной реваскуляризации миокарда всем пациентам было выполнено ЧКВ.

По остальным вторичным конечным точкам (частота смерти от всех причин, смерти от кардиальных причин, ИМ, тромбоза стента, ИИ,

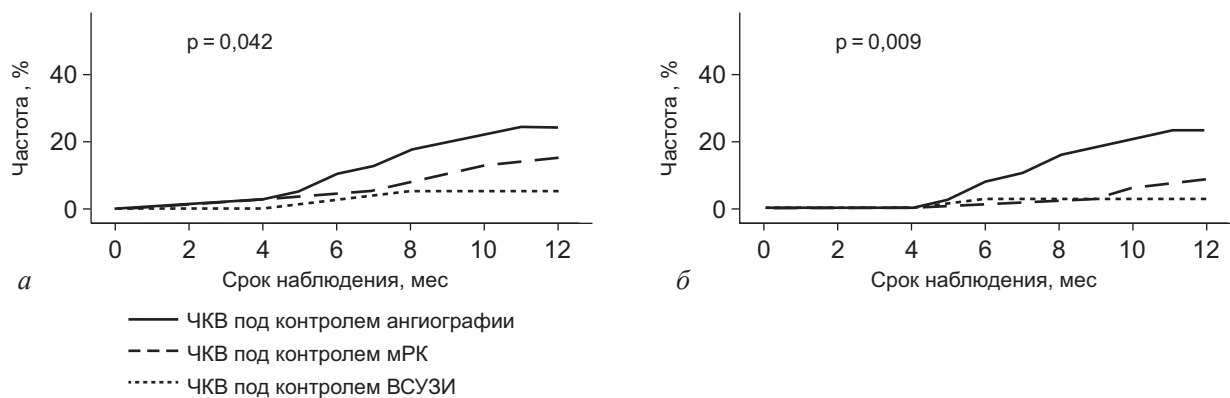


Рис. 1. Кривые Каплана–Мейера, демонстрирующие частоту через 12 мес наблюдения:

а – первичной конечной точки; б – повторной реваскуляризации

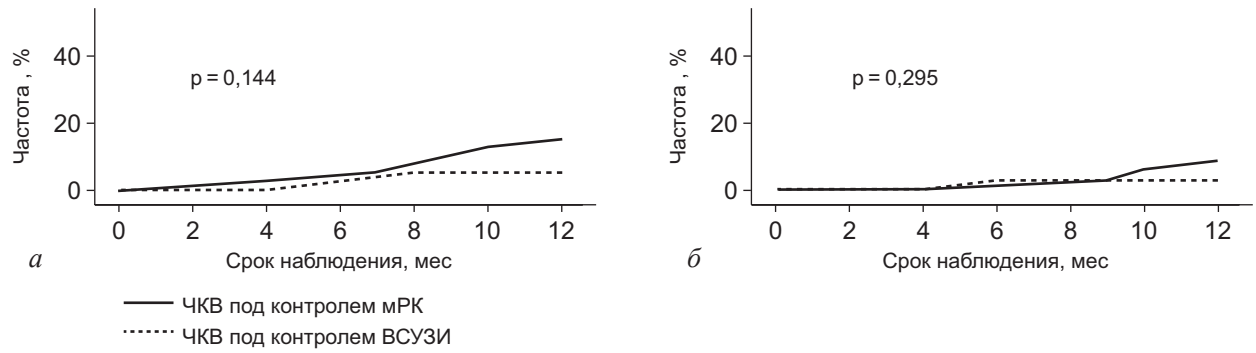


Рис. 2. Кривые Каплана–Мейера, демонстрирующие частоту конечных точек в группах ЧКВ под контролем МРК и ЧКВ под контролем ВСУЗИ через 12 мес наблюдения:

a – первичной конечной точки; *б* – повторной реваскуляризации

контраст-индуцированной нефропатии и повторной госпитализации через 30 дней) не наблюдалось статистически достоверной разницы между группами исследования (табл. 3).

При выполнении сравнительного *post-hoc* анализа отдаленных результатов ЧКВ под контролем МРК и ЧКВ под контролем ВСУЗИ не обнаружено достоверных различий по частоте первичной конечной точки: 6 (15%) против 2 (5%) ($p=0,144$) в группах соответственно (рис. 2, *a*). Частота вторичных конечных точек также достоверно не различалась между группами МРК и ВСУЗИ. Отметим что по частоте повторной реваскуляризации миокарда не наблюдалось достоверных различий между дву-

мя группами, где использовались инвазивная оценка физиологии и внутрисосудистая визуализация: 3 (7,5%) против 1 (2,5%) соответственно ($p=0,295$) (рис. 2, *б*).

Смерть от всех причин наблюдалась у 4 (10%) пациентов в группе МРК и у 1 (2,5%) – в группе ВСУЗИ ($p=0,166$). Смерть от кардиальных причин зафиксирована у 1 (2,5%) пациента в группе МРК и отсутствовала у пациентов в группе ВСУЗИ ($p=0,314$). Инфаркт миокарда наблюдался у 2 (5%) пациентов в группе МРК и ни у одного пациента из группы ВСУЗИ ($p=0,152$). Тромбоз стента был выявлен у 1 (2,5%) пациента группы МРК и не наблюдался у пациентов в группе ВСУЗИ ($p=0,314$) (табл. 4).

Таблица 3

Осложнения в отдаленном периоде

| Конечная точка | ЧКВ под контролем МРК (n=40) | | ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40) | | ЧКВ под контролем КГ (n=40) | | P |
|---|------------------------------|------|--------------------------------|-----|-----------------------------|------|-------|
| | n | % | n | % | n | % | |
| <i>Первичная конечная точка</i> | | | | | | | |
| Совокупность частоты смерти от всех причин, ИМ и повторной реваскуляризации | 6 | 15,0 | 2 | 5,0 | 10 | 25,0 | 0,042 |
| <i>Вторичные конечные точки</i> | | | | | | | |
| Смерть от всех причин | 4 | 10,0 | 1 | 2,5 | 1 | 2,5 | 0,206 |
| Смерть от кардиальных причин | 1 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,365 |
| Инфаркт миокарда | 2 | 5,0 | 0 | 0 | 2 | 5,0 | 0,355 |
| Тромбоз стента | 1 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,365 |
| Повторная реваскуляризация: | 3 | 7,5 | 1 | 2,5 | 9 | 22,5 | 0,009 |
| ЧКВ | 3 | 7,5 | 1 | 2,5 | 9 | 22,5 | 0,009 |
| КШ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | – |
| Инсульт | 1 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,365 |
| Контраст-индуцированная нефропатия | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | – |
| Повторная госпитализация через 30 дней | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | – |

Таблица 4

Осложнения в отдаленном периоде в группах ЧКВ под контролем мРК и ВСУЗИ

| Конечная точка | ЧКВ под контролем мРК (n=40) | | ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=40) | | P |
|---|------------------------------|------|--------------------------------|-----|-------|
| | n | % | n | % | |
| <i>Первичная конечная точка</i> | | | | | |
| Совокупность частоты смерти от всех причин, ИМ и повторной реваскуляризации | 6 | 15,0 | 2 | 5,0 | 0,144 |
| <i>Вторичные конечные точки</i> | | | | | |
| Смерть от всех причин | 4 | 10,0 | 1 | 2,5 | 0,166 |
| Смерть от кардиальных причин | 1 | 2,5 | 0 | 0 | 0,314 |
| Инфаркт миокарда | 2 | 5,0 | 0 | 0 | 0,152 |
| Тромбоз стента | 1 | 2,5 | 0 | 0 | 0,314 |
| Повторная реваскуляризация: | 3 | 7,5 | 1 | 2,5 | 0,295 |
| ЧКВ | 3 | 7,5 | 1 | 2,5 | 0,295 |
| КШ | 0 | 0 | 0 | 0 | – |
| Ишемический инсульт | 1 | 2,5 | 0 | 0 | 0,314 |
| Контраст-индуцированная нефропатия | 0 | 0 | 0 | 0 | – |
| Повторная госпитализация через 30 дней | 0 | 0 | 0 | 0 | – |

При выполнении однофакторного регрессионного анализа влияния различных факторов на вероятность наступления первичной конечной точки был проанализирован 21 предиктор: 10 – клинико-демографических, 5 – ангиографических и 6 – интраоперационных. Основываясь на данных анализа, определили 5 (23,8) предикторов, которые статистически достоверно влияют на вероятность наступления первичной конечной точки. Среди клинико-демографических предикторов были выделены: наличие СД ($p=0,016$; отношение шансов (ОШ) 5,04; 95% доверительный интервал (ДИ) 1,35–18,82) и мультифокального атеросклероза ($p=0,035$; ОШ 3,53; 95% ДИ 1,91–9,77), среди ангиографических предикторов – выраженный кальциноз коронарных артерий по данным селективной КГ ($p<0,001$; ОШ 10,53; 95% ДИ 2,84–39,07), среди интраоперационных – общее количество имплантированных стентов ($p=0,004$; ОШ 5,81; 95% ДИ 1,73–19,58) и общая длина имплантированных стентов ($p=0,010$; ОШ 0,96; 95% ДИ 0,93–0,99) (табл. 5).

Обсуждение

Методики оценки физиологической значимости стеноза (ФРК и мРК) активно применяются у пациентов с многососудистым по-

ражением КА и имеют I класс рекомендаций (уровень доказательности A) в актуальных российских клинических рекомендациях и рекомендациях Европейского общества кардиологов 2024 г. по лечению СИБС [3, 4]. Данные методики приводят к изменению тактики лечения, позволяя выполнить полную функциональную реваскуляризацию миокарда с использованием меньшего количества стентов или вовсе безопасно отказаться от реваскуляризации миокарда [9, 10].

Возможности использования мРК при лечении пациентов с ИБС с многососудистым поражением коронарного русла изучали в своем исследовании Б.Г. Алесян и др. [11]. Были проанализированы данные 85 пациентов, 44% из которых имели двухсосудистое поражение КА, а 34% – трехсосудистое. Использование мРК обусловило изменение стратегии лечения у 72% пациентов, у 36% из которых измерение мРК привело к отказу от проведения прямой реваскуляризации миокарда и назначению пациентам оптимальной медикаментозной терапии. Определение мРК при проведении ЧКВ позволило уменьшить количество имплантируемых стентов на 27,3% по сравнению со стратегией, основанной на данных только КГ [11]. В другом исследовании Б.Г. Алесян и др. анализировали отдаленные результаты лечения пациентов с многососудистым поражением

Таблица 5

Анализ влияния различных факторов на вероятность наступления первичной конечной точки в отдаленном периоде наблюдения

| Предиктор | P | OШ (95% ДИ) |
|--|--------|--------------------|
| <i>Клинико-демографические предикторы</i> | | |
| Возраст | 0,196 | 0,90 (0,77–1,05) |
| Мужской пол | 0,863 | 1,37 (0,05–35,72) |
| Индекс массы тела | 0,110 | 1,34 (0,93–1,94) |
| Сахарный диабет в анамнезе | 0,016 | 5,04 (1,35–18,82) |
| ИМ в анамнезе | 0,962 | 1,06 (0,08–14,23) |
| ОНМК в анамнезе | 0,088 | 0,02 (0,00–1,77) |
| Креатинин (+10 мкмоль/л) | 0,429 | 1,02 (0,97–1,07) |
| Фракция выброса ЛЖ (+10%) | 0,604 | 1,03 (0,93–1,13) |
| Мультифокальный атеросклероз | 0,035 | 3,53 (1,91–9,77) |
| ХОБЛ | 0,575 | 3,09 (0,06–159,90) |
| <i>Ангиографические предикторы</i> | | |
| Бифуркационные поражения | 0,841 | 0,79 (0,08–7,50) |
| ХОКА | 0,167 | 5,99 (0,47–76,22) |
| Выраженный кальциноз коронарных сосудов | <0,001 | 10,53 (2,84–39,07) |
| Длина поражения >20 мм | 0,515 | 2,13 (0,22–20,80) |
| SYNTAX Score (+1 балл) | 0,511 | 0,94 (0,78–1,13) |
| <i>Интраоперационные предикторы</i> | | |
| Общее количество имплантированных стентов (+1 стент) | 0,004 | 5,81 (1,73–19,58) |
| Общая длина имплантированных стентов (+10 мм) | 0,010 | 0,96 (0,93–0,99) |
| Объем использованного контрастного вещества (+10 мл) | 0,669 | 1,00 (0,99–1,01) |
| Общая продолжительность операции (+10 мин) | 0,715 | 0,99 (0,94–1,04) |
| Лучевая нагрузка (+100 мГр) | 0,237 | 0,99 (0,99–1,00) |
| Общее количество операций (+1 операция) | 0,104 | 5,06 (0,72–35,65) |

Примечание. ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, ХОКА – хроническая окклюзия коронарной артерии.

КА под контролем МРК. Были включены данные 116 пациентов с двухсосудистым (48,3%) и трехсосудистым (51,7%) поражением КА, степень стенозирования которых была в диапазоне от 40 до 89%. После измерения МРК пациенты были распределены на две группы в зависимости от полученных значений. В 1-ю группу вошли 86 (74,1%) пациентов, которым было выполнено ЧКВ всех гемодинамически значимых стенозов и было выявлено хотя бы одно пограничное сужение (МРК более 0,89), которое не требовало реваскуляризации. Во 2-ю группу вошли 30 (25,9%) пациентов без гемодинамически значимых стенозов, которым была назначена оптимальная медикаментозная терапия. В отдаленном периоде наблюдения (15–21 мес) между группами не наблюдалось достоверных различий по частоте больших сердечно-сосудистых событий

($p=0,57$), смерти от всех причин ($p=0,401$) и ИМ ($p=0,1$). Однако частота повторной реваскуляризации миокарда была статистически выше в 1-й группе (50,0 против 23,3%; $p=0,011$) [12].

В исследовании FAME III были проанализированы отдаленные (12 мес) результаты ЧКВ под контролем ФРК ($n=757$) по сравнению с КШ ($n=743$) у пациентов с трехсосудистым поражением КА. Первичная конечная точка (совокупность частоты смерти от всех причин, ИМ, ИИ и повторной реваскуляризации) наблюдалась у 80 (10,6%) больных, а частота повторной реваскуляризации – у 45 (5,9%) пациентов из группы ЧКВ [12]. В нашем исследовании в группе ЧКВ под контролем МРК частота первичной конечной точки (совокупность частоты смерти от всех причин, ИМ и повторной реваскуляризации) через 12 мес

составила 15%, а частота повторной реваскуляризации – 7,5%. Следует отметить, что повторная госпитализация через 30 дней после ЧКВ в исследовании FAME III наблюдалась у 42 (5,5%) больных, в то время как в нашей работе повторная госпитализация у пациентов в группе мРК отсутствовала [13].

Методики внутрисосудистой визуализации занимают важное место при ЧКВ у пациентов с комплексными поражениями коронарного русла, такими как трехсосудистое поражение, поражение незащищенного ствола левой коронарной артерии, ХОКА, сложные бифуркационные и трифуркационные поражения. Так, согласно клиническим рекомендациям Американской коллегии кардиологов и Американской ассоциации сердца 2021 г. по реваскуляризации миокарда ВСУЗИ следует выполнять у пациентов с комплексными поражениями КА с классом рекомендаций 2А (уровень доказательности В-В) [15]. Однако в современных клинических рекомендациях ЕОК 2024 г. по лечению СИБС использование внутрисосудистой визуализации (ВСУЗИ или оптическую когерентную томография) следует выполнять при комплексном поражении КА с классом рекомендаций 1А [4].

Данные клинические рекомендации базируются на результатах крупных клинических исследований. В рандомизированном клиническом исследовании (РКИ) RENOVATE-COMPLEX PCI сравнивали результаты ЧКВ под контролем ВСУЗИ (n=1092) и ЧКВ под контролем ангиографии (n=547) у больных с комплексным поражением КА (истинные бифуркационные поражения, ХОКА, многососудистое поражение, а также протяженные поражения КА). Следует отметить, что трехсосудистое поражение КА было у 492 (30%) пациентов. Средний срок наблюдения составил 2,1 года. Частота первичной конечной точки, представленной совокупностью частоты смерти от кардиальных причин, ИМ и повторной реваскуляризацией целевого сосуда, была достоверно ниже в группе ВСУЗИ, чем в группе ангиографии (7,7 против 12,3%, p=0,008) [14]. В крупное исследование OPTIVUS были включены данные 1021 пациента с трехсосудистым поражением КА, которым выполнялись ЧКВ под контролем ВСУЗИ. Группами сравнения выступали пациенты с трехсосудистым поражением КА после ЧКВ под контролем ангиографии (n=1565) и КШ (n=899)

из регистра CREDO-Kyoto PCI/CABG Registry Cohort-3 [15]. Частота первичной конечной точки (совокупность смерти, ИМ, повторной реваскуляризации и инсульта) через 1 год наблюдения составляла 10,3% у пациентов после ЧКВ под ВСУЗИ-контролем, что было достоверно ниже, чем в группе ЧКВ под контролем ангиографии (27,5%, p<0,001), и численно ниже, чем в группе КШ (13,8%). Повторная реваскуляризация была выполнена у 71 (7,1%) пациента после ЧКВ под контролем ВСУЗИ [16]. В нашей работе частота первичной конечной точки в группе ВСУЗИ составила 5%, что было достоверно ниже, чем в группе ЧКВ под контролем ангиографии (25%) (p=0,042). Частота повторной реваскуляризации также была достоверно ниже в группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ (2,5%), чем в группе ангиографии (22,5%) (p=0,009).

Сравнительный анализ эффективности методик внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии при выполнении ЧКВ был проведен в исследовании FLAVOUR, в которое были включены 1682 пациента с пограничным поражением КА (степень стеноза 40–70%). Многососудистое поражение наблюдалось у 445 (53,1%) больных у группы ФРК и у 430 (50,9%) – группы ВСУЗИ. Через 12 мес между группами не наблюдалось достоверных различий по частоте первичной конечной точки (совокупность частоты смерти, ИМ и повторной реваскуляризации миокарда): 8,1% в группе ФРК и 8,5% – в группе ВСУЗИ (ОШ 0,96; 95% ДИ 1,27–1,35, p=0,99). По вторичным конечным точкам (частота смерти, ИМ, тромбоза стента и повторной реваскуляризации миокарда) также не наблюдалось достоверных различий между группами [17]. В нашем исследовании при сравнении эффективности ЧКВ под контролем мРК и ВСУЗИ через 12 мес также не отмечено статистически достоверных различий между группами по частоте первичной конечной точки (15 против 5% в группах мРК и ВСУЗИ соответственно, p=0,144). Частота вторичных конечных точек (частота смерти от всех причин, смерти от кардиальных причин, ИМ, тромбоза стента, повторной реваскуляризации и ИИ) между данными группами также не различалась.

Методики инвазивной физиологической оценки значимости стенозов (мРК) и внутрисосудистой визуализации (ВСУЗИ) являются полезными инструментами, позволяющими

с одинаковой эффективностью улучшить отдаленные результаты ЧКВ у пациентов с трехсосудистым поражением КА. Их использование должно стать неотъемлемой частью эндоваскулярного лечения пациентов с трехсосудистым поражением КА.

Заключение

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

1. Использование мРК и ВСУЗИ при ЧКВ у пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий в сравнении с группой ЧКВ под контролем коронарографии в отдаленном периоде способствует снижению комбинированной частоты смерти от всех причин, инфаркта миокарда и повторной реваскуляризации (15 против 5 против 25%; $p=0,042$), а также частоты повторной реваскуляризации (7,5 против 2,5 против 22,5%; $p=0,009$).

2. При сравнительном анализе отдаленных результатов использования мРК или ВСУЗИ при ЧКВ у пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий не обнаружено достоверных различий между результатами лечения по частоте первичной ($p=0,144$) и вторичных конечных точек (частота смерти от всех причин ($p=0,166$), смерти от кардиальных причин ($p=0,314$), инфаркта миокарда ($p=0,152$) и повторной реваскуляризации ($p=0,295$)), что подтверждает необходимость использования при ЧКВ как минимум одной из этих инновационных технологий.

Литература/References

1. World Health Organization Global Health Estimates 2018: Disease Burden by Cause, Sex, by Country and Region, 2000–2016 World Health Organization (2018). Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (accessed 15.11.2024)
2. Norhammar A., Malmberg K., Diderholm E., Lagerqvist B., Lindahl B., Rydén L. et al. Diabetes mellitus: the major risk factor in unstable coronary artery disease even after consideration of the extent of coronary artery disease and benefits of revascularization. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 43 (4): 585–591. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.08.050
3. Барбараш О.Л., Карпов Ю.А., Панов А.В., Акчурин Р.С., Алекаян Б.Г., Аলেখин М.Н., Аронов Д.М. и др. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал.* 2024; 29 (9): 6110. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6110
Barbarash O.L., Karpov Yu.A., Panov A.V., Akchurin R.S., Alekyan B.G., Alekhin M.N., Aronov D.M. et al. 2024 Clinical practice guidelines for Stable coronary artery dis-

- case. *Russian Journal of Cardiology.* 2024; 29 (9): 6110 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6110
4. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C., Rossello X., Adamo M., Ainslie J. et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3415–3537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae177
5. 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: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [published correction appears in *Circulation.* 2022; 145 (11): e771. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001061]. *Circulation.* 2022; 145 (3): e4–e17. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001039
6. Neleman T., van Zandvoort L.J.C., Tovar Forero M.N., Masdjedi K., Ligthart J.M.R., Witberg K.T. et al. FFR-Guided PCI optimization directed by high-definition IVUS: is its benefit worth its cost? *JACC Cardiovasc. Interv.* 2022; 15 (16): 1608–1610. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.07.010
7. De Jaegere P., Mudra H., Figulla H., Almagor Y., Doucet S., Penn I. et al. Intravascular ultrasound-guided optimized stent deployment. Immediate and 6 months clinical and angiographic results from the Multicenter Ultrasound Stenting in Coronaries Study (MUSIC Study). *Eur. Heart J.* 1998; 19 (8): 1214–1223. DOI: 10.1053/euhj.1998.1012
8. Алекаян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Новак А.Я., Токмаков Е.В., Иродова Н.Л., Гелецян Л.Г. и др. Госпитальные результаты лечения пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий с использованием инновационных технологий внутрисосудистой визуализации и инвазивной оценки физиологии кровотока. *Эндоваскулярная хирургия.* 2025; 12 (1): 93–103. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-93-103
Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Novak A.Ya., Tokmakov E.V., Irodova N.L., Geletsyan L.G. Threatment of patients with three-vessel coronary artery disease with innovative technologies intravascular imaging and invasive physiology: in-hospital results. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2025; 12 (1): 93–103 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-1-93-103
9. Van Belle E., Gil R., Klauss V., Balghith M., Meuwissen M., Clerc J. et al. Impact of routine invasive physiology at time of angiography in patients with multivessel coronary artery disease on reclassification of revascularization strategy: results from the DEFINE REAL Study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (4): 354–365. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.11.030
10. Ahn J.M., Yoon S.H., Roh J.H., Lee P.H., Chang M., Park H.W. et al. Trends in outcomes of revascularization for left main coronary disease or three-vessel disease with the routine incorporation of fractional flow reserve in real practice. *Am. J. Cardiol.* 2015; 116 (8): 1163–1171. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.07.028
11. Алекаян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н., Ревшвили А.Ш. Результаты реваскуляризации миокарда у больных ишемической болезнью сердца с пограничным поражением коронарных артерий под контролем моментального резерва кровотока. *Эндоваскулярная хирургия.* 2021; 8 (1): 20–26. DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-20-26
Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Meleshenko N.N., Revishvili A.Sh. Results of myocardial revascularization in patients with coronary artery disease with intermediate coronary stenosis under control of instantaneous wave-free

- ratio. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2021; 8 (1): 20–26 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2021-8-1-20-26
12. Алекян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Атрошенко В.В., Навалиев Ю.М. Отдаленные результаты лечения пациентов с ишемической болезнью сердца и многососудистым поражением венечных артерий под контролем моментального резерва кровотока. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 422–434. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434
- Alekyan B.G., Meleshenko N.N., Atroshenko V.V., Navaliev Yu.M. Long-term results of treatment of patients with coronary disease and multivessel coronary artery lesion under the control of instantaneous wave-free ratio. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 422–434 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434
13. Fearon W.F., Zimmermann F.M., De Bruyne B., Piroth Z., van Straten A.H.M., Szekely L. et al. Fractional flow reserve-guided PCI as compared with coronary bypass surgery. *N. Engl. J. Med.* 2022; 386 (2): 128–137. DOI: 10.1056/NEJMoa2112299
14. Lee J.M., Choi K.H., Song Y.B., Lee J.Y., Lee S.J., Lee S.Y. et al. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI. *N. Engl. J. Med.* 2023; 388 (18): 1668–1679. DOI: 10.1056/NEJMoa2216607
15. Yamamoto K., Shiomi H., Morimoto T., Watanabe H., Miyazawa A., Yamaji K. et al. Optimal intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention in patients with multivessel disease. *JACC Asia*. 2023; 3 (2): 211–225. DOI: 10.1016/j.jacasi.2022.12.009
16. Matsumura-Nakano Y., Shiomi H., Morimoto T., Yamaji K., Ehara N., Sakamoto H. et al. Comparison of outcomes of percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting among patients with three-vessel coronary artery disease in the new-generation drug-eluting stents era (From CREDO-Kyoto PCI/CABG Registry Cohort-3). *Am. J. Cardiol.* 2021; 145: 25–36.
17. Koo B.K., Hu X., Kang J., Zhang J., Jiang J., Hahn J.Y. et al. Fractional flow reserve or intravascular ultrasonography to guide PCI. *N. Engl. J. Med.* 2022; 387 (9): 779–789. DOI: 10.1056/NEJMoa2201546

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.134.35+616.134.31]-089

Исследование использования браслета Ньюмен с одновременным пережатием локтевой и лучевой артерий и частоты осложнений при его применении

А.В. Васильев¹, Е.В. Площенков¹, Е.А. Антипов¹, А.А. Великоцкий¹, Д.Д. Кузьяев¹, Н.А. Леваненко-Каширский¹, Ш.М. Магомедов¹, В.С. Ананьева^{2✉}, В.О. Карнаухова³, Г.В. Бех³

¹ ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова», Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет информационных технологий механики и оптики», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Васильев Алексей Валерьевич, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2; orcid.org/0000-0002-3881-6107

Площенков Евгений Валерьевич, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 1; orcid.org/0009-0007-4694-6140.

Антипов Евгений Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-00022560-2852

Великоцкий Антон Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0006-3655-1586

Кузьяев Дмитрий Дмитриевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-9135-7395

Леваненко-Каширский Николай Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0001-1050-6676

Магомедов Шапи Магомедпазилович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0003-3807-6254

✉ **Ананьева Вера Сергеевна**, студент; orcid.org/0000-0002-6004-4369, e-mail: VeraAn-cheb@yandex.ru

Карнаухова Виктория Олеговна, магистрант

Бех Георгий Вячеславович, магистрант

Резюме

Цель – выявить частоту окклюзии лучевой артерии (ОЛА) с помощью ультразвукового исследования после классического лучевого доступа и использования браслета с двумя элементами компрессии для локтевой и лучевой артерий.

Материал и методы. Исследование является проспективным одноцентровым. С апреля 2024 г. по июнь 2024 г. было проведено 448 вмешательств, 251 из которых было исключено. Основными причинами исключения были: прием антикоагулянтов, закрытая лучевая артерия, кардиогенный шок, использование интродьюсеров размером более 6 Fg, феморальный или плечевой доступ. В конечном исследовании вошли 197 пациентов. Всем было выполнено диагностическое или лечебное интервенционное вмешательство лучевым доступом. Гемостаз осуществлялся в соответствии с протоколом браслетом с двумя элементами воздушной компрессии Ньюмен.

Результаты. Средний возраст пациентов составил 63,9±11,5 года, большинство из них (64,5%) были мужского пола. Диаметр лучевой артерии, по данным ультразвукового исследования, составил в среднем 2,61±0,36 мм. Индекс массы тела был в среднем 28,3±3,8 кг/м². Сахарный диабет отмечен у 42 (21,3%) пациентов, артериальная гипертензия – у 162 (82,2%), 73 (37,0%) пациента курили. При анализе первичной конечной точки через 24 ч от гемостаза частота ОЛА составила 2,6% (n=5). В 11 (5,6%) случаях требовалась ревизия браслета по просьбе пациента или врача в палате. Кровоток по лучевой артерии по тесту Барбо сразу после наложения браслета был сохранен у 190 (96,5%) пациентов. Частота возникновения гематом составила 8,1% (n=16).

Заключение. При использовании браслета с двумя элементами компрессии лучевой и локтевой артерий частота ОЛА составила 2,6%, гематом – 8,1%. Устройство не исключает развития окклюзий лучевых артерий и риска развития постпункционных гематом.

Ключевые слова: окклюзия лучевой артерии, лучевой доступ, гемостаз

Для цитирования: Васильев А.В., Площенков Е.В., Антипов Е.А., Великоцкий А.А., Кузьяев Д.Д., Леваненко-Каширский Н.А., Магомедов Ш.М., Ананьева В.С., Карнаухова В.О., Бех Г.В. Исследование использования браслета Ньюмен с одновременным пережатием локтевой и лучевой артерий и частоты осложнений при его применении. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 190–197. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-190-197

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках соглашения № 512 о проведении пилотного тестирования инновационного решения «Ньюмен – браслет для остановки кровотечения после кардиохирургических операций» между ГБУ «Городская клиническая больница им. Н.И. Пирогова № 1» Департамента здравоохранения Москвы, ГБУ города Москвы «Агентство инноваций города Москвы» и ООО «Ньюмен технологии».

Поступила 18.04.2025

Принята к печати 05.05.2025

A study of the use of the Newman band with simultaneous ulnar and radial artery clamping and the incidence of complications during its application

A.V. Vasilyev¹, E.V. Ploshchenkov¹, E.A. Antipov¹, A.A. Velikotskiy¹, D.D. Kuzyaev¹, N.A. Levanenko-Kashirskiy¹, Sh.M. Magomedov¹, V.S. Ananyeva^{2✉}, V.O. Karnaukhova³, G.V. Bekh³

¹ N.I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1, Moscow, Russian Federation

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

³ ITMO University, St. Petersburg, Russian Federation

Aleksey V. Vasilyev, Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment No. 2; orcid.org/0000-0002-3881-6107

Evgeniy V. Ploshchenkov, Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment No. 1; orcid.org/0009-0007-4694-6140

Evgeniy A. Antipov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0002-2560-2852

Anton A. Velikotskiy, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0006-3655-1586

Dmitriy D. Kuzyaev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9135-7395

Nikolay A. Levanenko-Kashirskiy, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0001-1050-6676

Shapi M. Magomedov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0003-3807-6254

✉ **Vera S. Ananyeva**, Student; orcid.org/0000-0002-6004-4369, e-mail: VeraAn-cheb@yandex.ru

Viktoriya O. Karnaukhova, Master's Student

Georgiy V. Bekh, Master's Student

Abstract

Objective. To determine the incidence of radial artery occlusion (RAO) using ultrasound after classic radial access and the use of a dual compression bracelet for the ulnar and radial arteries.

Material and methods. The study was a prospective single-center study. From April 2024 to June 2024, there were 448 interventions, 251 of which were excluded. The main reasons for exclusion were: taking anticoagulants, closed radial artery, cardiogenic shock, use of introducers larger than 6 Fr, femoral or brachial access. A total of 197 patients were included in the final study. All underwent diagnostic or therapeutic interventional interventions by radial access. Hemostasis was performed according to the protocol by a bracelet with two elements of Newman air compression.

Results. The mean age of the patients was 63.9±11.5 years, most of them (64.5%) were male. The diameter of the radial artery according to ultrasound was on average 2.61±0.36 mm. Body mass index averaged 28.3±3.8 kg/m². 42 (21.3%) patients had diabetes mellitus, 162 (82.2%) patients had arterial hypertension, 73 (37.0%) patients smoked. When the primary endpoint was analyzed 24 hours from hemostasis, the incidence of RAO was 2.6% (n=5). In 11 (5.6%) cases, revision of the bracelet was required at the request of the patient or the doctor on the ward. Blood flow through the radial artery according to the Barbeau test immediately after the brace was preserved in 190 (96.5%) patients. Hematomas occurred in 8.1% (n=16).

Conclusion. The use of a brace with two elements of radial and ulnar artery compression has an incidence of RAO of 2.6%. The incidence of hematomas is 8.1%. The device does not exclude the development of radial artery occlusions and the risk of post puncture hematomas development.

Keywords: radial artery occlusion, radial access, hemostasis

For citation: Vasilyev A.V., Ploshchenkov E.V., Antipov E.A., Velikotskiy A.A., Kuzyaev D.D., Levanenko-Kashirskiy N.A., Magomedov Sh.M., Ananyeva V.S., Karnaukhova V.O., Bekh G.V. A study of the use of the Newman band with simultaneous ulnar and radial artery clamping and the incidence of complications during its application. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 190–197 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-190-197

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

Funding. The study was carried out within the framework of Agreement No. 512 on pilot testing of the innovative solution “Newman band for stopping bleeding after cardiac surgery” between the N.I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1 of the Moscow Department of Health Care, Moscow Innovation Agency and Newman Technologies LLC.

Received April 18, 2025

Accepted May 05, 2025

Введение

Лучевой доступ рекомендован современными руководствами в качестве стандартного для диагностической коронарной ангиографии (КАГ) и чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) [1]. Несколько крупных рандомизированных исследований показали, что этот доступ связан со значительным снижением частоты кровотечений, а также с меньшей частотой крупных кровотечений по сравнению с бедренным доступом [2, 3]. Лучевой доступ успешно применяется при сложных коронарных вмешательствах, требующих больших размеров катетера [4]. В настоящем исследовании лучевой доступ по сравнению с бедренным был связан со значительным снижением кровотечения из места доступа и других сосудистых осложнений без влияния на успех вмешательства.

Несмотря на многочисленные преимущества, лучевой доступ может быть связан с определенными недостатками, такими как боль или сосудистые осложнения. Оклюзия лучевой артерии (ОЛА), безусловно, является ключевым осложнением этого доступа [5]. Поскольку большинство пациентов остаются бессимптомными благодаря коллатеральной артериальной перфузии, это осложнение все еще недостаточно диагностируется в клинической практике. Однако немая лучевая окклюзия является серьезным препятствием для последующих процедур ангиографии, использования в качестве фистулы и шунта.

В ранних исследованиях частота окклюзии лучевой артерии после ангиографии варьировала от менее чем 1 до 33% [6, 7]. Более поздние данные свидетельствуют о том, что средняя частота возникновения окклюзии все еще превышает 8% [8]. Женский пол, отношение диаметров интродьюсер/артерия, низкий индекс массы тела являются факторами риска окклюзии лучевой артерии [9, 10]. В других исследованиях описывались различные методики, такие как протокол проходимого гемостаза (когда на протяжении всего периода гемостаза лучевая артерия проходима, а устройство компрессии расслабляется каждый час) или профилактическая ипсилатеральная локтевая компрессия для профилактики окклюзии лучевой артерии [11, 12]. На современном этапе развития рентгенэндоваскулярной хирургии частота окклюзии лучевой артерии

может быть даже ниже, как сообщалось ранее, учитывая совершенствование материалов, методик и антикоагуляционных стратегий в последние годы [7]. Однако использование интродьюсеров большего размера и применение лучевого доступа при трудоемких и сложных коронарных вмешательствах также могло негативно повлиять на эти показатели. Выбор подхода и методов, а также новых устройств для гемостаза все также остаются актуальными для снижения частоты этого осложнения.

В московских клиниках есть возможность тестирования инноваций при поддержке ГБУ г. Москвы «Агентство инноваций города Москвы» и Московского центра инновационных технологий в здравоохранении. Исследование выполнено при поддержке ГБУ города Москвы «Агентство инноваций города Москвы» с предоставлением на безвозмездной основе компанией ООО «Ньюмен технологии» 300 браслетов Ньюмен (Соглашение № 512 о проведении пилотного тестирования инновационного решения «Ньюмен-браслет для остановки кровотечения после кардиохирургических операций»).

Таким образом, цель настоящего исследования – изучить эффективность и безопасность устройства Ньюмен в профилактике ОЛА и ранних кровотечений у пациентов после КАГ и ЧКВ.

Материал и методы

Исследование является проспективным одноцентровым и проведено в ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения Москвы. Схема исследования представлена на рисунке 1.

Первичной целью исследования было определить, является ли использование браслета Ньюмен эффективным в предотвращении ОЛА в течение 24 ч после диагностического или лечебного интервенционного вмешательства, оцененной с помощью ультразвукового исследования (УЗИ).

Вторичные цели заключались в оценке частоты «проходимого» гемостаза как основного фактора профилактики ОЛА при использовании браслета с двумя элементами компрессии Ньюмен. «Проходимый» гемостаз фиксировался, когда при наложении

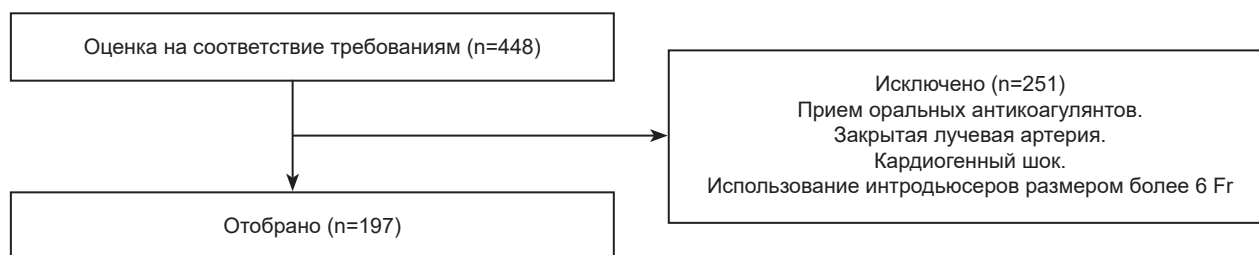


Рис. 1. Блок-схема исследования. Отбор и распределение пациентов

браслета фиксируется наличие плетизмографической кривой на пульсоксиметре при пережатой локтевой артерии. Также выполнялась оценка числа кровотечений или перекладывания браслета в течение первого часа после гемостаза и количество гематом после этого. Для определения степени тяжести гематомы использовалась классификация EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries) [13].

В исследование включались пациенты старше 18 лет, которые были кандидатами на проведение КАГ или ЧКВ лучевым доступом. Основным условием включения было наличие у пациентов по тесту Барбо до процедуры паттернов А, В или С. Данные о предыдущих вмешательствах через лучевую артерию не оценивались. Не включали пациентов с кардиогенным шоком, получавших антикоагулянты до вмешательства или тех, которым требовалось их применение после вмешательства, а также те, кому требовалось применение интродьюсеров размером более 6 Fr, с артериовенозной диализной фистулой в ипсилатеральной руке, с любой физической деформацией или травмой/повреждением любого запястья, которые препятствуют правильному размещению или функционированию гемостаза, с синдромом Рейно или ранее диагностированным заболеванием периферических сосудов предплечья, психической некомпетентностью или неспособностью следовать инструкциям для завершения исследования, с наличием окклюзии лучевой артерии или окклюзией лучевой артерии в анамнезе. Другим критерием невключения было решение оператора выполнить процедуру через локтевой, плечевой или бедренный доступы.

Вмешательство. Операторами, участвующими в исследовании, были рентгенхирурги с опытом более 3 лет по специальности «рентгенэндоваскулярные методы диагностики и лечения».

Техника пункции лучевого доступа. Выбор правого или левого лучевого доступа оставался на усмотрение хирурга. При обычном лучевом доступе после обработки места пункции и всей кисти в качестве местного анестетика применялся 2% лидокаин, а пункция артерии выполнялась иглой 20G на 2 см проксимальнее шиловидного отростка. После установки гидрофильного интродьюсера Radifocus Introducer II (Terumo, Япония) через нее вводили 5000 ЕД нефракционированного гепарина (НФГ) при коронароангиографии. В случае проведения ЧКВ вводилась дополнительная доза НФГ для достижения общей дозы 100 ЕД/кг. Корректировка дозы НФГ выполнялась в соответствии с активированным временем свертывания крови через 1 ч после начала вмешательства.

Протокол гемостаза. Гемостаз проводился в соответствии с протоколом «патентного гемостаза», определяемого как сохранение антеградного потока в лучевой артерии во время гемостатической компрессии, как в исследовании PROPNET (Prevention of Radial Artery Occlusion – Patent Hemostasis Evaluation Trial) [14]. Устройство воздушной компрессии Ньюмен («Ньюмен Технологии», Россия) (рис. 2) помещали в место пункции артерии, надували сначала локтевую подушку 12 мл воздуха, после чего под контролем плетизмографии (пульсоксиметр Armed YX200, «Армед», Россия) нагнетали 12 мл воздуха в лучевую воздушную подушку и интродьюсер удаляли. Давление в лучевой подушке снижали до появления пульсоксиметрической кривой или минимального кровотечения. В этом случае добавляли 1–2 мл воздуха выше уровня кровотечения. При наличии плетизмографических признаков проходимости лучевой артерии браслет удаляли у пациентов после КАГ через 3 ч, после ЧКВ – через 4–5 ч, в зависимости от степени гепаринизации.

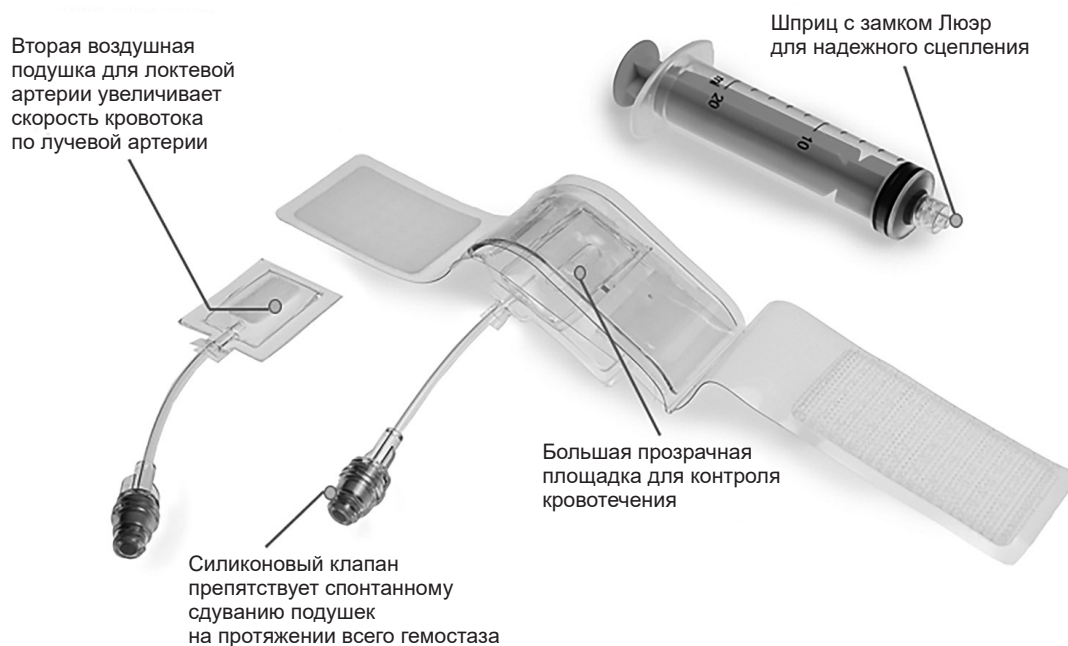


Рис. 2. Браслет Newman с двумя воздушными подушками (ООО «Ньюмен Технологии», Россия)

Оценка проходимости лучевой артерии с помощью УЗИ. Характеристики лучевой артерии и ее проходимость оценивали с помощью ультразвукового аппарата Philips (Нидерланды) и линейного датчика 4–16 МГц. Диаметр артерии определяли на 2 см проксимальнее шиловидного отростка, а проходимость оценивали с помощью доплерографии на том же уровне. ОЛА определяли как отсутствие потока при доплерографии и отсутствие пульсоксиметрической кривой при пережатии локтевой артерии. Это исследование проводилось через 24 ч после вмешательства.

Клиническая характеристика больных и методы диагностики и лечения. Средний возраст пациентов составил $63,9 \pm 11,5$ года, большинство из них (64,5%) были мужского пола. Диаметр лучевой артерии по данным УЗИ составил в среднем $2,61 \pm 0,36$ мм, индекс массы тела – в среднем $28,3 \pm 3,8$. Сахарный диабет отмечен у 42 (21,3%) пациентов, артериальная гипертензия – у 162 (82,2%) пациентов, 73 (37,0%) больных курили.

Статистический анализ. Непрерывные переменные представлены как среднее \pm SD или медиана (межквартильный размах). Для категориальных переменных данные выражены в процентах. Для оценки основной цели и определения различий между категориальными переменными использовался тест χ^2 . Статистический анализ проводили с помощью

R studio (Вена, Австрия). Статистической значимостью считалось значение $p < 0,05$.

Вся информация была собрана в базе данных. Все пациенты дали письменное информированное согласие на включение в исследование.

Результаты

С апреля 2024 г. по июнь 2024 г. было проведено 448 вмешательств, 251 из которых было исключено. Тремя основными причинами исключения были: прием антикоагулянтов, закрытая лучевая артерия, кардиогенный шок, использование интродьюсеров размером более 6 Fr, феморальный или плечевой доступы. Основные демографические и периоперационные характеристики приведены в таблице.

При анализе первичной конечной точки через 24 ч от гемостаза частота ОЛА составила 2,6% ($n=5$). Зарегистрировано 11 (5,6%) случаев вызова врача в палату пациентов, однако, как мы отмечали ранее, случаи у 9 больных не сопровождалась переключением браслета или его расслабления, а были связаны с опасением врачей из-за капли крови под браслетом. Как отмечено ранее, каплю крови необходимо было получить во всех случаях наложения браслета в соответствии с существующей методикой. С набором опыта после прохождения четверти исследования число

Демографические и периоперационные характеристики

| Показатель | Значение |
|--------------------------------------|------------|
| Возраст, лет | 63,9±11,5 |
| Пол, мужской, n (%) | 127 (64,5) |
| Рост, см | 171,7±7,2 |
| Масса тела, кг | 83,6±13,4 |
| Индекс массы тела, кг/м ² | 28,3±3,8 |
| Курение в настоящее время, n (%) | 73 (37,0) |
| Сахарный диабет, n (%) | 42 (21,3) |
| Артериальная гипертензия, n (%) | 162 (82,2) |
| Диаметр лучевой артерии, мм | 2,61±0,36 |
| Количество гепарина, ЕД | 5623±3043 |

таких случаев сократилось. По тесту Барбо лучевая артерия была проходима сразу после наложения браслета у 190 (96,5%) пациентов.

Частота возникновения гематом составила 8,1% (n=16). Гематома I типа (EASY) была наиболее частой – 7,1% (n=14). Не было выявлено связи между диагностическими или лечебными интервенционными вмешательствами и частотой выявленных гематом.

Важно отметить, что по результатам УЗИ артерий предплечья посткомпрессионных осложнений локтевой артерии, в том числе окклюзии, не было выявлено ни у одного пациента.

Обсуждение

В этом проспективном исследовании, целью которого было установить клиническую эффективность и безопасность применения инновационного браслета Ньюмен с двумя воздушными подушками при использовании лучевого доступа, частота ОЛА, оцененная с помощью УЗИ на 2 см проксимальнее шиловидного отростка через 24 ч после вмешательства, была значительно ниже, чем во многих исследованиях с применением других устройств и методов профилактики окклюзии лучевой артерии [7, 12]. Оценка частоты ОЛА с использованием УЗИ была опубликована ранее в некоторых регистрах, проводилась в проспективных и рандомизированных исследованиях. Лейпцигский регистр сообщил о частоте ОЛА 13,7% по данным УЗИ через 1±1,3 дня после процедуры у пациентов, подвергшихся диагностическим и интервенционным вмешательствам [10]. Аналогичные результаты были

опубликованы Y. Chen et al. в рандомизированном контролируемом клиническом исследовании (14,4%) [15]. В других исследованиях частота ОЛА составила 8,1% через 48 ч и 7,9% через 10 дней после процедуры [16]. В исследовании R-RADAR (Rotterdam Radial Access Research) при использовании ультразвуковой визуализации высокого разрешения частота ОЛА за 30 дней составила 3,9%, а потери лучевой пульсации – 9,2% [17]. В данном исследовании не было продемонстрировано снижения частоты ОЛА в период от 3 ч до 30 дней.

Два фактора, которые оказывают наибольшее влияние на снижение частоты ОЛА, – это сокращение времени гемостаза и использование метода «проходимого» гемостаза [5]. «Проходимый» гемостаз – методика, при которой на каждом этапе гемостаза лучевая артерия проходима, что подтверждается обратным тестом Барбо. Для использования методики требуется расслаблять браслеты каждый час с повторением теста Барбо. Различные исследователи изменяют уровень и время компрессии. В исследовании PROPNET II оценивалась эффективность техники «проходимого» гемостаза с компрессией локтевой артерии и сообщалось о частоте возникновения ОЛА по данным плетизмографии 1,0 и 0,9% через 24 ч и 30 дней, соответственно, на основе техники ULTRA (компрессия локтевой артерии, способствующая патентному гемостазу лучевой артерии) [11]. Однако ранняя частота ОЛА, зарегистрированная с помощью плетизмографии, по данным крупного метаанализа, составила 7,7%, что может быть увеличено до 10% при диагностике с помощью УЗИ [8]. Кроме того, международный консенсус рекомендовал достижение частоты ранней ОЛА менее 5% в качестве цели, которую необходимо достичь (оценивается с помощью плетизмографии) [5]. В нашем исследовании мы этого достигли. Следует отметить, что в исследованиях PROPNET и PROPNET II частота «проходимого» гемостаза была 75 и 92% соответственно [11, 14]. В нашей работе этот показатель выше и составил 96,7%.

Наиболее частым осложнением были гематома I типа (EASY). В исследовании, в котором оценивалась частота ранних ОЛА при использовании различных доз гепарина, сообщалось о 23% случаев гематом [18].

Ограничения. Исследование проводилось в одном центре, сравнительного иссле-

дования с рандомизацией не проводилось. Использование интродьюсеров большего диаметра и применение лучевого доступа для трудоемких и сложных коронарных вмешательств негативно отражаются на показателях частоты окклюзии лучевой артерии. Несмотря на это, из нашего исследования исключались пациенты, которым устанавливались интродьюсеры размером более 6 Fr, что связано с подписанием трехстороннего договора. Однако в будущем перспективным представляется оценка частоты ОЛА в этой когорте пациентов. Данное исследование не было сравнительным ввиду отсутствия финансирования. Это открывает возможности для будущего проведения прямого сравнения использования браслета с двумя элементами компрессии с бинтовой давящей повязкой.

Заключение

Использование браслета с двумя элементами компрессии лучевой и локтевой артерии предотвращает развитие ОЛА, не повышая число кровотечений и гематом места 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 (2): 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
2. Valgimigli M., Gagnor A., Calabró P., Frigoli E., Leonardi S., Zaro T. et al.; MATRIX Investigators. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial. *Lancet.* 2015; 385 (9986): 2465–2476. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60292-6
3. Romagnoli E., Biondi-Zoccai G., Sciahbasi A., Politi L., Rigattieri S., Pendenza G. et al. Radial versus femoral randomized investigation in ST-segment elevation acute coronary syndrome: the RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (24): 2481–2489. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.06.017
4. Meijers T.A., Aminian A., van Wely M., Teeuwen K., Schmitz T., Dirksen M.T. et al. Randomized comparison between radial and femoral large-bore access for complex percutaneous coronary intervention. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (12): 1293–1303. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.03.041
5. Bernat I., Aminian A., Pancholy S., Mamas M., Gaudino M., Nolan J. et al. RAO International Group. Best practices for the prevention of radial artery occlusion after transradial diagnostic angiography and intervention: an international consensus paper. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (22): 2235–2246. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.07.043
6. Rougé A., Faurie B., Abdellaoui M., Monségu J. Patent hemostasis impact in clinical routine: large monocentric echo-Doppler study of radial artery patency after coronary catheterization. *J. Invasive. Cardiol.* 2021; 33 (2): E77–E82. DOI: 10.25270/jic/19.00338
7. Огнерубов Д.В., Проваторов С.И., Меркулов Е.В., Терещенко А.С., Купина К.И., Погорелова О.А. и др. Анализ причин развития окклюзии лучевой артерии и способов ее предотвращения при использовании радиального доступа для интервенционных вмешательств. Результаты исследования АПРИОРИ. *Российский кардиологический журнал.* 2021; 26 (12): 4695. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4695
8. Ognerubov D.V., Provatorov S.I., Merkulov E.V., Tereshchenko A.S., Kupina K.I., Pogorelova O.A. et al. Analysis of radial artery occlusion causes and methods of its prevention after interventions using radial access. Results of the APRIORI study. *Russian Journal of Cardiology.* 2021; 26 (12): 4695 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4695
9. Rashid M., Kwok C.S., Pancholy S., Chugh S., Kedev S.A., Bernat I. et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2016; 5 (1): e002686. DOI: 10.1161/JAHA.115.002686
10. Garg N., Madan B.K., Khanna R., Sinha A., Kapoor A., Tewari S. et al. Incidence and predictors of radial artery occlusion after transradial coronary angioplasty: Doppler-guided follow-up study. *J. Invasive Cardiol.* 2015; 27 (2): 106–112.
11. Uhlemann M., Möbius-Winkler S., Mende M., Eitel I., Fuernau G., Sandri M. et al. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: impact of sheath size on vascular complications. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2012; 5 (1): 36–43. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.08.011
12. Pancholy S.B., Bernat I., Bertrand O.F., Patel T.M. Prevention of radial artery occlusion after transradial catheterization: the PROPHET-II randomized trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (19): 1992–1999. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.07.020
13. Ognerubov D.V., Sedaghat A., Provatorov S.I., Tereshchenko A.S., Bertrand O.F., Bernat I. et al. A randomized trial comparing short versus prolonged hemostasis with rescue recanalization by ipsilateral ulnar artery compression: impact on radial artery occlusion – the RESCUE-RAO trial. *J. Interv. Cardiol.* 2020; 2020: 7928961. DOI: 10.1155/2020/7928961
14. Bertrand O.F., De Larochellière R., Rodés-Cabau J., Proulx G., Glecton O., Nguyen C.M. et al. Early discharge after transradial stenting of coronary arteries study investigators. A randomized study comparing same-day home discharge and abciximab bolus only to overnight hospitalization and abciximab bolus and infusion after transradial coronary stent implantation. *Circulation.* 2006; 114 (24): 2636–2643. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.638627
15. Pancholy S., Coppola J., Patel T., Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion – patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2008; 72 (3): 335–340. DOI: 10.1002/ccd.21639
16. Chen Y., Ke Z., Xiao J., Lin M., Huang X., Yan C. et al. Subcutaneous injection of nitroglycerin at the radial artery puncture site reduces the risk of early radial artery occlusion after transradial coronary catheterization:

- a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (7): e006571. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.006571
16. Besli F., Gungoren F., Tanriverdi Z., Tascanov M.B., Fedai H., Akcali H. et al. The high dose unfractionated heparin is related to less radial artery occlusion rates after diagnostic cardiac catheterisation: a single centre experience. *Acta Cardiol.* 2021; 76 (2): 168–174. DOI: 10.1080/00015385.2019.1705584
17. Costa F., van Leeuwen M.A., Daemen J., Diletti R., Kauer F., van Geuns R.J. et al. The Rotterdam radial access research: ultrasound-based radial artery evaluation for diagnostic and therapeutic coronary procedures. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (2): e003129. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003129
18. Hahalis G.N., Leopoulou M., Tsigkas G., Xanthopoulou I., Patsilinakos 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): 2241–2250. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.08.009


© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.137.83-007.271-089-06

Непосредственные и отдаленные результаты использования ротационной атерэктомии при лечении рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента

М.Ю. Мовсесянц , А.С. Захаров, С.Б. Жариков, Н.Е. Панова, В.Ю. Калашников

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии им. акад. И.И. Дедова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

 **Мовсесянц Михаил Юрьевич**, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-7776-6202, e-mail: movsesyants@gmail.com

Захаров Александр Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3179-8599

Жариков Станислав Борисович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-1468-2527

Панова Наталья Евгеньевна, врач – анестезиолог-реаниматолог; orcid.org/0009-0003-1660-1847

Калашников Виктор Юрьевич, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделом кардиологии и сосудистой хирургии; orcid.org/0000-0001-5573-0754

Резюме

Цель исследования – оценить результаты использования ротационной атерэктомии при лечении пациентов с рестенозами и окклюзиями в стентах бедренно-подколенного сегмента и ишемией, угрожающей конечности.

Материал и методы. За период с 2021 по 2024 г. в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения отдела кардиологии и сосудистой хирургии был пролечен 31 пациент с рестенозами и окклюзиями стентов бедренно-подколенного сегмента с применением системы для атерэктомии JetStream. Средний возраст пациентов составил $70,7 \pm 9,3$ года. Доля мужчин составила 67,7% (21 пациент). У 87,1% (27 из 31) пациентов имелся сахарный диабет, у 48,4% (15 из 31) – хроническая болезнь почек; ишемия, угрожающая потерей конечности, была у 100% пациентов, включенных в анализ. Средняя протяженность поражения составила 196 ± 114 мм. Преобладала локализация поражений с вовлечением как поверхностной бедренной, так и подколенной артерий – 81% (25 из 31) пациентов. Средний диаметр сосуда составил $5,7 \pm 0,6$ мм. Для выполнения ротационной атерэктомии использовался катетер JetStream XC 2,4/3,4 мм. После атерэктомии проводилась ангиопластика стандартными баллонными катетерами, которая у 77,4% пациентов (24 из 31) была дополнена применением баллонного катетера с лекарственным покрытием. Критерием эффективности атерэктомии являлся остаточный стеноз менее 50% без дополнительной баллонной ангиопластики по данным контрольной ангиографии. Критерием успеха вмешательства служил остаточный стеноз в зоне поражения менее 30% после ротационной атерэктомии и баллонной ангиопластики.

Результаты. Успех выполнения ротационной атерэктомии составил 87%, успех вмешательства – 100%. У 4 (13%) пациентов наблюдалась дистальная эмболия после проведения ротационной атерэктомии. Переломов или деформаций стентов, связанных с выполнением ротационной атерэктомии, отмечено не было. Через 6 мес наблюдения необходимость в повторных вмешательствах на бедренно-подколенном сегменте возникла у 2 (6,5%) пациентов.

Заключение. Ротационная атерэктомия в сочетании с баллонной ангиопластикой баллонными катетерами с лекарственным покрытием является безопасным и эффективным методом лечения пациентов с рестенозами и окклюзиями стентов бедренно-подколенного сегмента.

Ключевые слова: ротационная атерэктомия, рестеноз в стентах бедренно-подколенного сегмента, ишемия, угрожающая конечности, баллонные катетеры с лекарственным покрытием

Для цитирования: Мовсесянц М.Ю., Захаров А.С., Жариков С.Б., Панова Н.Е., Калашников В.Ю. Непосредственные и отдаленные результаты использования ротационной атерэктомии при лечении рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 198–207. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-198-207

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 24.04.2025
Принята к печати 29.05.2025

Immediate and long-term results of rotational atherectomy in the treatment of in-stent restenosis in the femoropopliteal segment

M. Yu. Movsesyants[✉], A.S. Zakharov, S.B. Zharikov, N.E. Panova, V. Yu. Kalashnikov

I.I. Dedov National Medical Research Center of Endocrinology, Moscow, Russian Federation

[✉] **Mikhail Yu. Movsesyants**, Dr. Med. Sci., Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostic and Treatment; orcid.org/0000-0002-7776-6202, e-mail: movsesyants@gmail.com

Aleksandr S. Zakharov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3179-8599

Stanislav B. Zharikov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1468-2527

Natalya E. Panova, Anesthesiologist; orcid.org/0009-0003-1660-1847

Viktor Yu. Kalashnikov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Cardiology and Vascular Surgery; orcid.org/0000-0001-5573-0754

Abstract

Objective. To evaluate the results of rotational atherectomy in the treatment of patients with in-stent restenosis and occlusions in the femoropopliteal segment and limb-threatening ischemia.

Material and methods. From 2021 to 2024, 31 patients with in-stent restenosis and occlusions in the femoropopliteal segment were treated using the JetStream atherectomy system at the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostic and Treatment, Division of Cardiology and Vascular Surgery. The mean age of patients was 70.7±9.3 years. Men constituted 67.7% (21 patients). 87.1% (27 out of 31) of patients had diabetes mellitus; 48.4% (15 out of 31) of patients had chronic kidney disease; limb-threatening ischemia was present in 100% of patients included in the analysis. The mean lesion length was 196±114 mm. The predominant lesion localization involved both the superficial femoral and popliteal arteries in 81% (25 out of 31) of patients. The mean vessel diameter was 5.7±0.6 mm. The JetStream XC 2.4/3.4 mm catheter was used for rotational atherectomy. After atherectomy, angioplasty was performed with standard balloon catheters, which was supplemented with drug-coated balloon catheters in 77.4% (24 out of 31) of patients. The criterion for effective atherectomy was a residual stenosis of less than 50% without additional balloon angioplasty according to control angiography. The criterion for procedural success was a residual stenosis in the lesion area of less than 30% after rotational atherectomy and balloon angioplasty.

Results. The success rate of rotational atherectomy was 87%, the procedural success rate was 100%. Distal embolization after rotational atherectomy was observed in 4 (13%) patients. No stent fractures or deformations related to rotational atherectomy were noted. After 6 months of follow-up, reinterventions on the femoropopliteal segment were required in 2 (6.5%) patients.

Conclusion. Rotational atherectomy combined with balloon angioplasty using drug-coated balloon catheters is a safe and effective method for treating patients with in-stent restenosis and occlusions in the femoropopliteal segment.

Keywords: rotational atherectomy, in-stent restenosis of the femoropopliteal segment, limb-threatening ischemia, drug-coated balloon catheters

For citation: Movsesyants M.Yu., Zakharov A.S., Zharikov S.B., Panova N.E., Kalashnikov V.Yu. Immediate and long-term results of rotational atherectomy in the treatment of in-stent restenosis in the femoropopliteal segment. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 198–207 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-198-207

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

Received April 24, 2025

Accepted May 29, 2025

Введение

Более 230 млн человек во всем мире страдает заболеваниями периферических артерий (ЗПА), которые занимают третье место в структуре атеросклеротических заболеваний после ишемической болезни сердца и нарушения мозгового кровообращения [1]. Систематический обзор 34 исследований продемонстрировал распространенность ЗПА около 5% в возрасте от 40 до 44 лет и около 12% – в возрасте от 70 до 74 лет. С 2000 по 2010 г. зафиксировано увеличение распро-

страненности ЗПА, по данным разных авторов, от 13,1 до 28,7% [2, 3]. Таким образом, ЗПА представляет собой нарастающую глобальную проблему. Данные исследования Global Burden of Disease демонстрируют ежегодное (начиная с 1990 г.) увеличение распространенности ЗПА [4].

При наличии показаний к хирургическому лечению одним из вариантов оперативного вмешательства на артериях нижних конечностей является эндоваскулярный метод в виде баллонной ангиопластики и, при необходимости, стентирования. Учитывая значимое

увеличение за последние годы количества эндоваскулярных вмешательств на бедренно-подколенном сегменте, увеличение числа стентирований бедренно-подколенного сегмента [5], возрастает и частота последующего возможного рестеноза и реокклюзии с необходимостью повторных вмешательств. Развитие рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента, частота которого варьирует от 15 до 32% и достигает пика между 9-ю и 15-ю месяцами после выполнения вмешательства, ограничивает долгосрочную проходимость бедренно-подколенного сегмента [6]. Таким образом, крайне актуальным является поиск эффективного эндоваскулярного метода лечения рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента (РСБПС). Традиционная баллонная ангиопластика РСБПС связана с высокой частотой развития повторного рестеноза [7–11]. Изобретение и внедрение в клиническую практику методов дебалкинга, баллонных катетеров с лекарственным покрытием (БЛП) и стентов с лекарственным покрытием (СЛП) демонстрирует обнадеживающие результаты как в лечении атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей, так и в лечении РСБПС.

Материал и методы

В период с 2021 по 2024 г. в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения отдела кардиологии, эндоваскулярной и сосудистой хирургии НМИЦ эндокринологии была выполнена реваскуляризация нижней конечности с применением ротационной

Таблица 1
Базовая характеристика пациентов (n=31)

| Параметр | Значение |
|---|-----------|
| Возраст, лет | 70,7±9,3 |
| Пол мужской, n (%) | 21 (67,7) |
| Сахарный диабет, n (%) | 27 (87,1) |
| Артериальная гипертензия, n (%) | 29 (93,5) |
| Гиперлипидемия, n (%) | 29 (93,5) |
| Хроническая болезнь почек, n (%) | 15 (48,4) |
| Курение, n (%) | 18 (58,1) |
| Ишемия, угрожающая потерей конечности (ХАН 3, 4 по классификации А.В. Покровского), n (%) | 31 (100) |

атерэктомии устройством JetStream (Boston Scientific Co., США) 31 больному (средний возраст 70,7±9,3 года; 21 пациент мужского пола) с рестенозами и реокклюзиями в стентах бедренно-подколенного сегмента. Базовая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Большинство пациентов имели такие факторы риска, как сахарный диабет (87,1%), артериальная гипертензия и гиперлипидемия (по 93,5%), курение (58,1%). У всех пациентов, включенных в исследование, была хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности (3–4 стадия хронической ишемии нижних конечностей по классификации А.В. Покровского).

Средняя протяженность поражения, подвергнутого ротационной атерэктомии, составила 195±114 мм (табл. 2). В большинстве случаев наблюдались реокклюзии в стентах (класс III по классификации А. Tosaka [12]).

Таблица 2
Характеристика поражения бедренно-подколенного сегмента (n=31)

| Параметр | Значение |
|--|-----------|
| Область поражения, n (%) | |
| ПБА | 5 (16,1) |
| ПБА+ПКА | 25 (80,6) |
| ОБА+ПБА+ПКА | 1 (3,2) |
| Наличие окклюзии в стенте (Tosaka III), n (%) | 29 (93,5) |
| Протяженность поражения, мм | 195±114 |
| Диаметр сосуда, мм | 5,7±0,6 |
| Наличие перелома или деформации стента до атерэктомии, n (%) | 2 (6,5) |
| Баллонная ангиопластика РСБПС в анамнезе, n (%) | 10 (32,3) |

Примечание. ПБА – поверхностная бедренная артерия; ПКА – подколенная артерия; ОБА – общая бедренная артерия.

У 10 пациентов в анамнезе выполнялась баллонная ангиопластика в стентах бедренно-подколенного сегмента по поводу рестеноза или реокклюзии и ишемии, угрожающей конечности.

Статистический анализ данных выполнен с использованием программного пакета SPSS Statistics 26 (IBM SPSS, США). Обработка данных основывалась на описательных статистических методах. Результаты анализа количественных переменных представлены в виде средней арифметической величины и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Качественные переменные представлены в виде числовых значений (n) и процентных долей от общего числа (%).

Результаты

Все процедуры осуществлялись с использованием катетера для ротационной атерэктомии Jetstream XC 2,4/3,4 мм (Boston Scientific Co., США) (табл. 3). Выполнялось по два пассажа с закрытыми лезвиями и по два пассажа с открытыми лезвиями катетера для атерэктомии.

После ротационной атерэктомии во всех случаях (100%) проводилась баллонная ангиопластика непокрытыми баллонными катетерами, которая у 24 (77,4%) пациентов была дополнена использованием баллонных катетеров с лекарственным покрытием (паклитаксел).

Успех выполнения ротационной атерэктомии оценивался как остаточный стеноз менее 50% после проведения атерэктомии без дополнительной баллонной ангиопластики и был достигнут у 27 (87,1%) из 31 пациента.

Успех вмешательства оценивался как остаточный стеноз менее 30% после выполнения ротационной атерэктомии, дополненной баллонной ангиопластикой непокрытыми баллонными катетерами, и был достигнут в 100% случаев.

Случаев перелома или деформации стентов, связанных с выполнением ротационной атерэктомии, отмечено не было. Необходимость в рестентировании целевой зоны после атерэктомии отсутствовала.

У 4 (12,9%) пациентов была отмечена дистальная эмболия в артерии голени или стопы после ротационной атерэктомии, потребовавшая выполнения баллонной ангиопластики зоны эмболии.

Результаты вмешательства были оценены в 6-месячный срок наблюдения по данным клинического осмотра и ультразвукового дуплексного сканирования артерий нижних конечностей (табл. 4).

Проходимость целевой зоны без значимого рестеноза или окклюзии составила 93,5% (29 из 31).

Купирование болей покоя, увеличение дистанции безболевого ходьбы были достигнуты у 93,5% пациентов (29 из 31), регресс трофических нарушений был – у 96,8% пациентов (30 из 31).

Необходимость в повторном вмешательстве на целевой зоне бедренно-подколенного сегмента после выполнения атерэктомии была отмечена у 2 (6,5%) пациентов вследствие развития клинически значимого рестеноза, у которых при первичном вмешательстве после проведения ротационной

Таблица 3

Характеристики процедуры и непосредственные результаты ($n=31$)

| Параметр | Значение, n (%) |
|--|-------------------|
| Катетер, использованный для атерэктомии | |
| JetStream XC 2,4/3,4 мм | 31 (100) |
| Использование фильтра для защиты от дистальной эмболии | 0 (0) |
| Использование баллонного катетера с лекарственным покрытием | 24 (77) |
| Дистальная эмболия | 4 (12,9) |
| Успех ротационной атерэктомии (остаточный стеноз менее 50% после выполнения атерэктомии) | 27 (87,1) |
| Успех вмешательства (остаточный стеноз менее 30% после выполнения атерэктомии и баллонной ангиопластики) | 31 (100) |
| Перелом или деформация стента в результате атерэктомии | 0 (0) |
| Необходимость повторного стентирования в зоне атерэктомии | 0 (0) |

Результаты через 6 мес наблюдения (n=31)

| Параметр | Значение, n (%) |
|--|-----------------|
| Необходимость повторного вмешательства на целевой зоне после ранее выполненной атерэктомии | 2 (6,5) |
| Проходимость целевой зоны | 29 (93,5) |
| Купирование болей покоя / увеличение дистанции безболевого ходьбы | 29 (93,5) |
| Регресс трофических нарушений | 30 (96,8) |
| Летальность | 0 (0) |
| Незапланированная высокая ампутация | 0 (0) |

атерэктомии баллонная ангиопластика осуществлялась только непокрытыми баллонными катетерами.

Летальности, связанной с выполнением ротационной атерэктомии, и незапланированных высоких ампутаций у пациентов, включенных в исследование, не было.

Обсуждение

Выполнение стандартной баллонной ангиопластики – субоптимальный метод лечения рестеноза в ранее стентированном бедренно-подколенном сегменте, характеризующейся высокой частотой необходимости повторных вмешательств – от 31 до 47% и частотой проходимости – от 28 до 37% в течение 1-го года наблюдения [7–11]. В исследованиях были определены предикторы рестеноза: длинные поражения, поражения TASC II D, исходная окклюзия артерии, диабет, малый диаметр сосуда, дизайн стента, переломы стента, недораскрытие стента [13]. Хроническая окклюзия и большая протяженность поражения были определены как сильные предикторы потери просвета и высокой частоты повторных вмешательств [12].

Для улучшения результатов эндоваскулярного лечения РСБПС предпринимались различные методы. Режущие баллонные катетеры и криопластика не продемонстрировали хороших отдаленных результатов [8, 14].

По данным небольших исследований по использованию дебалкинга при рестенозе в стентах бедренно-подколенного сегмента, отмечено улучшение проходимости и сокращение частоты необходимости повторного вмешательства [11–13, 15–19]. Рестеноз в стентах бедренно-подколенного сегмента, как правило, является комбинацией тромбоза

и рестеноза. Дебалкинг таких поражений имеет ряд преимуществ перед баллонной ангиопластикой, включая сокращение необходимости дополнительного стентирования, предотвращение рекойла (дилатация сжимает только экстрацеллюлярную воду в гиперпластической ткани) и теоретически может позволить доставить большую дозу лекарственного препарата в стенку сосуда [20].

В настоящее время в арсенале эндоваскулярной хирургии есть несколько методов дебалкинга: эксимерный и В-лазер, прямая атерэктомия, аспирационная атерэктомия и ротационная атерэктомия.

В исследовании JETSTREAM-ISR, в котором использовались катетеры ротационной атерэктомии, были получены следующие результаты: сохранение проходимости в 72% случаев в течение 6 мес наблюдения, частота необходимости повторного вмешательства в 13,8% случаев в течение 6 мес наблюдения и 41,4% – в течение 1-го года наблюдения у пациентов с протяженными поражениями (в среднем 19,5 см). Было продемонстрировано, что использование катетеров ротационной атерэктомии при рестенозе в стентах является эффективным методом дебалкинга, позволяющим вдвое уменьшить степень сужения просвета артерии. Последующая баллонная ангиопластика давала возможность достичь оптимального ангиографического результата, с необходимостью стентирования в 6% наблюдений [21].

В исследовании JET-ISR с помощью ротационной атерэктомии системой JetStream выполнен эффективный дебалкинг рестенозической ткани, с необходимостью стентирования в 10% случаев [20]. Проходимость и частота повторных вмешательств были сопоставимы с таковыми как при использовании других устройств для дебалкинга, включая эксимер-

ный лазер, так и с результатами исследования JETSTREAM-ISR.

В исследовании JET-ISR был использован заранее определенный исторический контроль сравнения с тремя рандомизированными исследованиями, в которых выполнялась баллонная ангиопластика рестеноза в ранее стентированном бедренно-подколенном сегменте [22]. Согласно протоколу исследования, результаты лечения первых 60 пациентов были проанализированы по критерию безопасности катетеров для ротационной атерэктомии и эффективности сочетания ротационной атерэктомии с баллонной ангиопластикой. Результаты анализа продемонстрировали, что сочетание ротационной атерэктомии с баллонной ангиопластикой значительно превосходит баллонную ангиопластику в первичной конечной точке (частота повторных реваскуляризации). Учитывая медленный набор пациентов в исследование и положительные результаты по сравнению с баллонной ангиопластикой у первых 60 больных, набор пациентов был остановлен [20]. Так как исследования JETSTREAM-ISR и JET-ISR проводились по идентичному протоколу, данные были подвергнуты метаанализу, результаты которого подтвердили превосходство сочетания ротационной атерэктомии и баллонной ангиопластики над изолированной баллонной ангиопластикой ($p=0,001$) [23].

Из 31 пациента, которые были включены в наше исследование, у 10 (32,3%) в анамнезе выполнялась баллонная ангиопластика по поводу РСБПС, что сопоставимо с данными вышеуказанных исследований о субоптимальном результате баллонной ангиопластики как метода лечения РСБПС.

Технический успех процедуры, определяемый как наличие остаточного стеноза по данным ангиографии менее 30% после выполнения ротационной атерэктомии и последующей баллонной ангиопластики, был достигнут у всех пациентов (100%), включенных в анализ, что свидетельствует о высокой эффективности ротационной атерэктомии как метода дебалкинга.

Пройодимость целевого сегмента и низкая частота необходимости повторных вмешательств после ротационной атерэктомии и баллонной ангиопластики (6%) сопоставимы с результатами приведенных выше исследований и показывают эффективность данного метода при лечении РСБПС.

В ряде исследований было продемонстрировано, что использование баллонных катетеров и стентов с лекарственным покрытием позволяет улучшить частоту проходимость и сократить необходимость повторной реваскуляризации при *de novo* поражениях бедренно-подколенного сегмента. Лекарственные технологии выглядят многообещающими для лечения рестеноза в ранее стентированном бедренно-подколенном сегменте, хотя данные ограничены лечением коротких (менее 10 см) и промежуточных (10–15 см) по длине поражений. В течение 1-го года наблюдения проходимость при использовании БЛП составляла от 70,5 до 92,1%, с необходимостью повторного вмешательства в 9,2–13,6% случаев [9, 10].

Анализ использования БЛП при рестенозе в стентах бедренно-подколенного сегмента показал эффективность этого метода. Результаты были более обнадеживающими для длинных поражений, сходных по протяженности с поражениями в исследованиях EXCITE-ISR и JET-ISR [24, 25]. К. Katsanos et al. опубликовали данные с высоким уровнем летальности в течение 5 лет наблюдения при использовании лекарственных технологий с паклитаксолом при поражениях бедренно-подколенного сегмента [26]. Увеличение летальности не может быть напрямую связано с применением паклитаксела, но, несмотря на последующие публикации, в которых не было продемонстрировано увеличения летальности с различными паклитаксел-содержащими устройствами, в США существенно сократилось использование данных технологий [27–29]. В этот период устройства для дебалкинга стали хорошей альтернативой благодаря лучшим результатам по сравнению со стандартной баллонной ангиопластикой. В 2023 г. FDA опубликовала документ об отсутствии влияния паклитаксела на смертность при лечении ЗПА с применением БЛП и СЛП.

Комбинация различных эндоваскулярных методик позволяет достигнуть лучших результатов по сравнению с использованием только одной методики. Лучшие непосредственные результаты и меньшая частота больших неблагоприятных событий при применении лазерной атерэктомии по сравнению с баллонной ангиопластикой в исследовании EXCITE свидетельствуют в пользу рационального подхода, включающего комбинацию атерэктомии и ангиопластики с баллонным катетером с лекар-

ственным покрытием [11]. Более того, после выполнения атерэктомии возможно доставить большую дозу лекарственного препарата глубже в стенку сосуда, что приводит к более устойчивому и эффективному результату в плане подавления пролиферации гладкомышечных клеток. Несколько обсервационных и небольших рандомизированных исследований по лечению РСБПС с использованием комбинации дебалкинга и БЛП продемонстрировали лучшие результаты в сравнении с применением только дебалкинга или только БЛП. По результатам одного из этих исследований, лазерная атерэктомия в сочетании с БЛП позволяет достичь проходимости в 91,7% наблюдений, а необходимость повторного вмешательства составила 7,1% в течение 19,1 мес наблюдения [30]. Другие работы, в которых использовалась комбинация лазерной атерэктомии и БЛП, продемонстрировали схожие результаты [31–33]. В настоящее время проводятся исследования для проверки этой гипотезы.

Использование прямой атерэктомии в комбинации с БЛП позволяет добиться проходимости в 84,7% случаев в течение 1-го года наблюдения при поражениях со средней протяженностью 15,3 см [34]. Более того, согласно результатам исследования R. Gandini et al., комбинация лазерной атерэктомии с БЛП превосходила только ангиопластику БЛП у пациентов с хронической ишемией, угрожающей конечности [35]. Данные по использованию комбинации JetStream и БЛП при рестенозе в бедренно-подколенном сегменте ограничены. Результаты исследования JET-SCE продемонстрировали, что комбинация атерэктомии системой JetStream и баллонной ангиопластикой БЛП Lutonix давала лучшие результаты по сравнению с применением только атерэктомии системой JetStream в популяции пациентов с *de novo* и рестенозическим поражением [36].

По данным 3-летних результатов исследования JET-RANGER, не было продемонстрировано значимых различий при комбинированном использовании атерэктомии устройством JetStream и БЛП Ranger по сравнению с баллонной ангиопластикой в отношении повторных реваскуляризации (12 и 33,2% соответственно, $p=0,138$). При этом исследователи подчеркивают формирование тренда на снижение частоты повторных реваскуляризации в группе комбинированного лечения, для чего рекомендовано продолжить наблюдение [37].

Выполнение эндоваскулярных вмешательств на артериях нижних конечностей может сопровождаться дистальной эмболией. Около 10% случаев дистальной эмболии требует дополнительной фармакологической терапии или эндоваскулярного лечения. По данным разных авторов, при выполнении дебалкинга на артериях ниже паховой связки обычно используются системы защиты от эмболии [11, 35, 38–41].

Рестеноз в ранее стентированном бедренно-подколенном сегменте является предиктором дистальной эмболии, особенно в случае полной окклюзии, в структуре которой присутствует тромб – другой важный предиктор эмболии. Использование устройств атерэктомии в целом ассоциируется с дистальной эмболией [34, 35, 41]. В исследовании JETSTREAM-ISR система дистальной протекции применялась в половине случаев, несмотря на то что в инструкции не рекомендована никакая-либо противоэмболическая защита при использовании катетера ротационной атерэктомии JetStream. NAV-6 – наиболее часто применяемая противоэмболическая защита. Экономическая эффективность рутинного применения противоэмболической защиты при использовании катетеров ротационной атерэктомии JetStream XC требует проведения дополнительных исследований [21].

В исследовании JETSTREAM-ISR дистальная эмболия определялась в 9% наблюдений. В исследовании JET-ISR значимая дистальная эмболия выявлялась в 13% наблюдений, в основном из-за большого объема дебриса [20, 21].

В исследовании JET-ISR фильтры дистальной протекции использовались в 90% случаев; после выполнения вмешательства макродебрис определялся у 2/3 пациентов, что, по мнению исследователей, помогло избежать дополнительной дистальной эмболии [20]. Эти данные перекликаются с результатами исследования WISE LE, в котором использовался фильтр WIRION с различными устройствами атерэктомии, включая JetStream в качестве доминирующего устройства [42]. Несмотря на то что система активной аспирации встроена в катетер JetStream, вероятность дистальной эмболии сохраняется. С большей долей вероятности это связано с большим объемом дебриса, который блокирует систему аспирации.

В своем исследовании мы не использовали системы защиты от дистальной эмболии.

После выполнения ротационной атерэктомии системой JetStream дистальная эмболия в артерии голени или стопы была отмечена у 4 (13%) из 31 пациента. Во всех этих случаях была проведена баллонная ангиопластика зоны эмболии с восстановлением адекватного антеградного кровотока.

В исследовании JETSTREAM-ISR при использовании катетеров ротационной атерэктомии не определялось нарушений целостности или деформации стентов. Переломы стентов, которые определялись до выполнения ротационной атерэктомии, после процедуры оставались без изменений. На доклинических исследованиях при использовании катетеров ротационной атерэктомии при рестенозе в стентах бедренной артерии на свиных моделях переломов стентов не определялось. Необходимо отметить, что катетеры ротационной атерэктомии JetStream не применялись при переломах классов 3 и 4, в случаях недостаточной аппозиции стентов по данным ангиографии или в местах наложения стентов. Также в исследовании JETSTREAM-ISR не была регламентирована по протоколу частота использования катетера ротационной атерэктомии с закрытыми и открытыми лезвиями. На моделях животных было продемонстрировано, что достижение оптимального результата дебалкинга было достигнуто при использовании двух протяжек с закрытыми и двух – с открытыми лезвиями [21].

В исследовании JET-ISR при анализе 50 ангиограмм после применения катетера ротационной атерэктомии JetStream случаев неблагоприятного взаимодействия между катетерами и стентами зафиксировано не было. Эти данные согласуются с результатами анализа лечения 24 пациентов с рестенозами в бедренно-подколенном сегменте в исследовании JETSTREAM-ISR: не определялось нарушения целостности или деформации стентов после ротационной атерэктомии JetStream с дополнительной баллонной ангиопластикой. Однако необходимо отметить, что случаи с выраженными переломами стентов (класс III и IV) не включались в данное исследование. В исследовании JET-ISR у большинства пациентов использовался протокол, при котором дебалкинг катетером JetStream выполнялся 2 раза с закрытыми лезвиями и 2 раза – с открытыми лезвиями. Этот протокол был получен из более ранних исследований, которые

показали, что именно такой метод приводит к оптимальному дебалкингу бляшки [20, 21].

Нами также не было отмечено новых переломов или деформаций стентов, связанных с выполнением ротационной атерэктомии и последующей баллонной ангиопластики.

Необходимость стентирования после выполнения ротационной атерэктомии отмечена у 10% в исследовании JET-ISR и у 6% – в исследовании JETSTREAM-ISR [20, 21]. Низкая частота необходимости стентирования является важным фактором, так как дополнительное стентирование и несколько слоев стентов являются неблагоприятной стратегией у этой категории пациентов. Таким образом, дебалкинг представляется важной модальностью, позволяющей сократить дополнительное стентирование при рестенозе ранее стентированного бедренно-подколенного сегмента. Эти результаты сопоставимы с таковыми при использовании атерэктомии при *de novo* поражениях.

Ни у одного из 31 пациента, включенного в наше исследование, не потребовалось повторного стентирования целевой зоны после выполнения ротационной атерэктомии и баллонной ангиопластики в течение 6 мес, что свидетельствует о технической эффективности дебалкинга в комбинации с баллонной ангиопластикой при РСБПС.

По результатам проспективного двухцентрового исследования JETSTREAM-ISR, использование катетеров ротационной атерэктомии JetStream XC продемонстрировало эффективность в лечении рестеноза в ранее имплантированных стентах в бедренно-подколенном сегменте. Высокая проходимость после выполнения атерэктомии и низкая частота необходимости повторных вмешательств определялись после 6 и 12 мес наблюдения, несмотря на протяженность поражения. Неблагоприятные события отмечались за счет небольшого количества дистальных эмболий [21].

Результаты многоцентрового исследования JET-ISR демонстрируют, что использование катетеров JetStream XC позволяет статистически значимо сократить необходимость повторного вмешательства по сравнению с баллонной ангиопластикой. Достигнуты приемлемые результаты по проходимости и частоте необходимости повторного вмешательства в течение 6 и 12 мес наблюдения, несмотря на сложные поражения и отсутствие случаев использования баллонных катетеров с лекарственным

покрытием. Сохранение целостности стентов без деформации и новых переломов [20].

Заключение

Использование ротационной атерэктомии с помощью системы JetStream демонстрирует как непосредственную эффективность в удалении гиперпластической ткани при рестенозах и реокклюзиях в стентах бедренно-подколенного сегмента, так и хорошие отдаленные результаты в отношении проходимости артерий нижних конечностей. Необходимо также отметить, что в настоящее время имеется недостаточно данных по безопасности применения системы JetStream при переломах стентов классов III и IV. С нашей точки зрения, использование системы JetStream необходимо рассматривать как метод выбора при лечении рестеноза в стентах бедренно-подколенного сегмента.

Литература/References

1. Criqui M.H., Matsushita K., Aboyans V., Hess C.N., Hicks C.W., Kwan T.W. et al. Lower extremity peripheral artery disease: contemporary epidemiology, management gaps, and future directions: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2021; 144 (9): e171–e191. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001005.
2. Кучай А.А., Липин А.Н., Груздев Н.Н., Борисов А.Г., Ширан В.А., Курач М. Заболевание периферических артерий нижних конечностей: современная эпидемиология, руководство и перспективные направления (научное сочинение). *Российские биомедицинские исследования*. 2023; 8 (4): 54–64. DOI: 10.56871/RBR.2023.32.30.007
Kuchay A.A., Lipin A.N., Gruzdev N.N., Borisov A.G., Shiran V.A., Kurach M. Lower extremity peripheral artery disease: contemporary epidemiology, management and future trends (a scientific statement). *Russian Biomedical Research (St. Petersburg)*. 2023; 8 (4): 54–64. DOI: 10.56871/RBR.2023.32.30.007
3. Fowkes F.G., Rudan D., Rudan I., Aboyans V., Denenberg J.O., McDermott M.M. et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet*. 2013; 382 (9901): 1329–1340. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61249-0
4. Roth G.A., Mensah G.A., Johnson C.O., Addolorato G., Ammirati E., Baddour L.M. et al. GBD-NHL-BI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: update from the GBD 2019 Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020; 76: 2982–3021. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.010
5. Алекаян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Кавтеладзе З.А., Скрыпник Д.В., Тарасов Р.С. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2023 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (Специальный выпуск): S5–S300. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11S-S5-S300
Alekyan B.G., Grigor'yan A.M., Staferov A.V., Kavteladze Z.A., Skrypnik D.V., Tarasov R.S. X-ray endovascular diagnostics and treatment of cardiovascular diseases in the


- Russian Federation – 2023. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (Special issue): S5–S300 (in Russ.) DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11S-S5-S300
6. Kim W., Choi D. Treatment of femoropopliteal artery in-stent restenosis. *Korean Circ. J.* 2018; 48: 191–197. DOI: 10.4070/kcj.2018.0074
7. Bosiers M., Deloose K., Callaert J., Verbist J., Hendriks J., Lauwers P. et al. Superiority of stent-grafts for in-stent restenosis in the superficial femoral artery: twelve-month results from a multicenter randomized trial. *J. Endovasc. Ther.* 2015; 22: 1–10. DOI: 10.1177/1526602814564385
8. Dick P., Sabeti S., Mlekusch W., Schlager O., Amighi J., Haumer M. et al. Conventional balloon angioplasty versus peripheral cutting balloon angioplasty for treatment of femoropopliteal artery in-stent restenosis: initial experience. *Radiology*. 2008; 248: 297–302. DOI: 10.1148/radiol.2481071159
9. Liistro F., Angioli P., Porto I., Ricci L., Ducci K., Grotti S. et al. Paclitaxel-eluting balloon vs. standard angioplasty to reduce recurrent restenosis in diabetic patients with in-stent restenosis of the superficial femoral and proximal popliteal arteries: the DEBATE-ISR study. *J. Endovasc. Ther.* 2014; 21 (1): 1–8. DOI: 10.1583/13-4420r.1
10. Krankenberg H., Tübler T., Ingwersen M., Schlüter M., Scheinert D., Blessing E. et al. Drug-coated balloon versus standard balloon for superficial femoral artery in-stent restenosis: the randomized Femoral Artery In-Stent Restenosis (FAIR) trial. *Circulation*. 2015; 132: 2230–2236. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017364
11. Dippel E.J., Makam P., Kovach R., George J.C., Patlola R., Metzger D.C. et al. Randomized controlled study of excimer laser atherectomy for treatment of femoro-popliteal in-stent restenosis: initial results from the EXCITE ISR trial (EXCimer Laser Randomized Controlled Study for Treatment of Femoropopliteal In-Stent Restenosis). *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (1 pt A): 92–101. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.09.009
12. Tosaka A., Soga Y., Iida O., Ishihara T., Hirano K., Suzuki K. et al. Classification and clinical impact of restenosis after femoropopliteal stenting. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59: 16–23. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.09.036
13. Shammam N.W. Restenosis in lower extremity interventions: current status and future directions. *J. Endovasc. Ther.* 2009; 16 (Suppl. I): I170–I182. DOI: 10.1583/08-2564.1
14. Shin S.H., Baril D.T., Chaer R.A., Makaroun M.S., Marone L.K. Cryoplasty offers no advantage over standard balloon angioplasty for the treatment of in-stent stenosis. *Vascular*. 2013; 21: 349–354. DOI: 10.1177/1708538112473968
15. Brodmann M., Rief P., Froehlich H., Dorr A., Gary T., Eller P. et al. Neointimal hyperplasia after SilverHawk atherectomy versus percutaneous transluminal angioplasty (PTA) in femoropopliteal stent reobstructions: a controlled, randomized pilot trial. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2013; 36: 69–74. DOI: 10.1007/s00270-012-0479-9
16. Beschoner U., Krankenberg H., Scheinert D., Sievert H., Tübler T., Sixt S. et al. Rotational and aspiration atherectomy for infrainguinal in-stent restenosis. *Vasa*. 2013; 42: 127–133. DOI: 10.1024/0301-1526/a000256
17. Trentmann J., Charalambous N., Djawanscher M., Schäfer J-P., Jahnke T. Safety and efficacy of directional atherectomy for the treatment of in-stent restenosis of the femoropopliteal artery. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2010; 51: 551–560.
18. Schmidt A., Zeller T., Sievert H., Krankenberg H., Torsello G., Stark M.A., Scheinert D. Photoablation using the turbo-booster and excimer laser for in-stent restenosis treatment: twelve-month results from the PATENT study. *J. Endovasc. Ther.* 2014; 21: 52–60. DOI: 10.1583/13-4538R.1

19. Wissgott C., Kamusella P., Andresen R. Treatment of in-stent reocclusions of femoropopliteal arteries with mechanical rotational catheters. *Rofa*. 2011; 183: 939–944. DOI: 10.1055/s-0031-1281634
20. Shammam N.W., Petruzzi N., Henao S., Armstrong E.J., Shimshak T., Banerjee S. et al. JetStream atherectomy for the treatment of in-stent restenosis of the femoropopliteal segment: one-year results of the JET-ISR Study. *J. Endovasc. Ther.* 2021; 28 (1): 107–116. DOI: 10.1177/1526602820951916
21. Shammam N.W., Shammam G.A., Banerjee S., Popma J.J., Mohammad A., Jerin M. Jetstream rotational and aspiration atherectomy in treating in-stent restenosis of the femoropopliteal arteries: results of the JETSTREAM-ISR feasibility study. *J. Endovasc. Ther.* 2016; 23: 339–346. DOI: 10.1177/1526602816634028
22. Shammam N.W., Jones-Miller S., Lemke J. Meta-analysis-derived benchmarks of patency and target lesion revascularization of percutaneous balloon angioplasty from prospective clinical trials of symptomatic femoropopliteal in-stent restenosis. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2016; 27: 1195–1203. DOI: 10.1016/j.jvir.2016.05.003
23. Shammam N.W., Jones-Miller S., Shammam G.A., Shammam W.J. Jetstream atherectomy in treating femoropopliteal in-stent restenosis: meta-analysis of the JETSTREAM-ISR and JET-ISR Trials. *J. Invasive Cardiol.* 2020; 32 (8): 289–294. DOI: 10.25270/jic/20.00192
24. Tepe G., Schnorr B., Albrecht T., Brechtel K., Claussen C.D., Scheller B. et al. Angioplasty of femoral-popliteal arteries with drug-coated balloons: 5-year follow-up of the THUNDER trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (1 pt A): 102–108. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.07.023
25. Liistro F., Grotti S., Porto I., Angioli P., Ricci L., Ducci K. et al. Drug-eluting balloon in peripheral intervention for the superficial femoral artery: the DEBATE-SFA randomized trial (drug eluting balloon in peripheral intervention for the superficial femoral artery). *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013; 6: 1295–1302. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.07.010
26. Katsanos K., Spiliopoulos S., Kitrou P., Krokidis M., Karnabatidis D. Risk of death following application of paclitaxel-coated balloons and stents in the femoropopliteal artery of the leg: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Am. Heart Assoc.* 2018; 7 (24): e011245. DOI: 10.1161/JAHA.118.011245
27. Zeller T., Micari A., Scheiner D., Baumgartner I., Bosiers M., Vermassen F.E.G. et al.; IN.PACT DEEP Trial Investigators. The IN.PACT DEEP clinical drug-coated balloon trial: 5-year outcomes. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13: 431–443. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.10.059
28. Schneider P.A., Laird J.R., Doros G., Gao Q., Ansel G., Brodmann M. et al. Mortality not correlated with paclitaxel exposure: an independent patient-level meta-analysis of a drug-coated balloon. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019; 73: 2550–2563. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.01.013
29. Gray W.A., Jaff M.R., Parikh S.A., Ansel G.M., Brodmann M., Krishnan P. et al. Mortality assessment of paclitaxel-coated balloons: patient-level meta-analysis of the ILLUMENATE clinical program at 3 years. *Circulation.* 2019; 140: 1145–1155. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.040518
30. Van den Berg J.C., Pedrotti M., Canevascini R., Chimchila Chevili S., Giovannacci L., Rosso R. et al. In-stent restenosis: mid-term results of debulking using excimer laser and drug-eluting balloons: sustained benefit? *J. Invasive Cardiol.* 2014; 26: 333–337.
31. Kokkinidis D.G., Behan S., Jawaid O., Hossain P., Giannopoulos S., Singh G.D. et al. Laser atherectomy and drug-coated balloons for the treatment of femoropopliteal in-stent restenosis: 2-year outcomes. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2020; 95: 439–446. DOI: 10.1002/ccd.28636
32. Giannopoulos S., Kokkinidis D.G., Jawaid O., Behan S., Hossain P., Alvandi B. et al. Turbo-Power™ laser atherectomy combined with drug-coated balloon angioplasty is associated with improved one-year outcomes for the treatment of Tosaka II and III femoropopliteal in-stent restenosis. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2020; 21 (6): 771–778. DOI: 10.1016/j.carrev.2019.10.006
33. Kokkinidis D.G., Hossain P., Jawaid O., Alvandi B., Foley T.R., Singh G.D. et al. Laser atherectomy combined with drug-coated balloon angioplasty is associated with improved 1-year outcomes for treatment of femoropopliteal in-stent restenosis. *J. Endovasc. Ther.* 2018; 25 (1): 81–88. DOI: 10.1177/1526602817745668
34. Sixt S., Carpio Cancino O.G., Treszl A., Beschoner U., Macharzina R., Rastan A. et al. Drug-coated balloon angioplasty after directional atherectomy improves outcome in restenotic femoropopliteal arteries. *J. Vasc. Surg.* 2013; 58: 682–686. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.02.019
35. Gandini R., Del Giudice C., Merolla S., Morosetti D., Pampana E., Simonetti G. Treatment of chronic SFA in-stent occlusion with combined laser atherectomy and drug-eluting balloon angioplasty in patients with critical limb ischemia: a single-center, prospective, randomized study. *J. Endovasc. Ther.* 2013; 20: 805–814. DOI: 10.1583/13-4308MR.1
36. Shammam N.W., Shammam G.A., Jones-Miller S., Shammam W.J., Bou-Dargham B., Shammam A.N. et al. Long-term outcomes with JetStream atherectomy with or without drug coated balloons in treating femoropopliteal arteries: a single center experience (JET-SCE). *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2018; 19 (7 pt A): 771–777. DOI: 10.1016/j.carrev.2018.02.003
37. Shammam N.W., Shammam G., Jones-Miller S. JET-RANGER Investigators. Jetstream atherectomy with paclitaxel-coated balloons: 3-year outcomes of the prospective randomized JET-RANGER Study. *Int. J. Angiol.* 2024; 34 (1): 56–59. DOI: 10.1055/s-0044-1791546
38. Shammam N.W., Coiner D., Shammam G.A., Christensen L., Dippel E.J., Jerin M. Distal embolic event protection using excimer laser ablation in peripheral vascular interventions: results of the DEEP EMBOLI registry. *J. Endovasc. Ther.* 2009; 16: 197–202. DOI: 10.1583/08-2642.1
39. Suri R., Wholey M.H., Postoak D., Hagino R.T., Toursarkissian B. Distal embolic protection during femoropopliteal atherectomy. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2006; 67: 417–422. DOI: 10.1002/ccd.20634
40. Roberts D., Niazi K., Miller W., Krishnan P., Gammon R., Schreiber T. et al for the DEFINITIVE Ca⁺⁺ Investigators. Effective endovascular treatment of calcified femoropopliteal disease with directional atherectomy and distal embolic protection: final results of the DEFINITIVE Ca⁺⁺ trial. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2014; 84: 236–244. DOI: 10.1002/ccd.25384
41. Shammam N.W., Weissman N.J., Coiner D., Shammam G.A., Dippel E., Jerin M. Treatment of subacute and chronic thrombotic occlusions of lower extremity peripheral arteries with the excimer laser: a feasibility study. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2012; 13: 211–214. DOI: 10.1016/j.carrev.2012.05.004
42. Shammam N.W., Pucillo A., Jenkins J.S., Garcia L.A., Davis T., Aronow H.D. et al. WIRION embolic protection system in lower extremity arterial interventions: results of the pivotal WISE LE trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11: 1995–2003. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.05.025

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.8-089.819.5-06

Воспаление как прогностический фактор исхода эндоваскулярного лечения инсульта пробуждения

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

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

✉ **Струценко Михаил Валерьевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-4608-302X, e-mail: mvstrutsenko@gmail.com
Болотов Павел Анатольевич, д-р мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-9896-2483

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

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

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

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

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

Резюме

Цель исследования – выявить прогностическую ценность маркеров системного воспаления (С-реактивный белок (СРБ) и лейкоцитоз) для оценки клинического исхода эндоваскулярной терапии инсульта пробуждения (wake-up stroke, WUS).

Материал и методы. В исследование были включены 52 пациента с инсультом после сна, в качестве контроля учитывались параметры пациентов с ишемическим инсультом (ИИ) «бодрствования» (non-WUS) с поздним (более 6 ч) и ранним (до 6 ч) обращением – 62 и 217 пациентов соответственно. Учитывали клинические и лабораторные показатели. Применяли шкалы ASPECTS, mTICI, NIHSS, mRs. Оценивали уровни СРБ и лейкоцитов с последующим выявлением связи между уровнями маркеров системного воспаления и функциональным исходом эндоваскулярной терапии ИИ. Статистический анализ проводился с использованием SPSS для Windows.

Результаты. Показатель СРБ имел статистически достоверные отличия между группой WUS и группами сравнения ($p < 0,0001$), тогда как между группами с поздним и ранним non-WUS разница показателей была статистически не значима ($p = 0,52$). Оценка функциональных результатов показала плохой функциональный результат / летальный исход у 46,1%/32,7% пациентов в группе WUS, у 50%/29% – в группе позднего non-WUS, у 45,6%/25,8% – в группе раннего non-WUS. Полученные данные свидетельствуют о том, что уровни СРБ при поступлении тесно и независимо связаны с повышенным риском смертности и плохими клиническими исходами после эндоваскулярного лечения острого ИИ у пациентов с WUS. Согласно результатам многомерного логистического регрессионного анализа, уровень СРБ (ОШ 5,85, 95% ДИ 0,70–48,67; $p < 0,001$) был независимым фактором риска неблагоприятного исхода. Анализ ROC-кривой показал, что оптимальное пороговое значение СРБ, позволяющее отличить благоприятный исход от плохого, составило 6,2 мг/л (площадь под кривой 0,691), с чувствительностью 69,7% и специфичностью 83,2%. По данным корреляционного анализа Спирмена, уровень СРБ положительно связан с показателем по шкале NIHSS после лечения ($r = 0,411$, $p < 0,05$) и возрастом ($r = 0,252$, $p < 0,001$).

Заключение. Высокий уровень СРБ в течение 24 ч после начала заболевания был связан с плохим функциональным исходом после острого ишемического события у пациентов с WUS. Повышение уровня СРБ может коррелировать с показателем NIHSS и возрастом.


Ключевые слова: эндоваскулярное лечение, тромбэктомия, ишемический инсульт, инсульт пробуждения, инсульт после сна, тромболизис, реперфузия, воспаление, С-реактивный белок.

Для цитирования: Струценко М.В., Болотов П.А., Логвиненко Р.Л., Полянский В.Д., Муртазалиева Д.М., Сошина Т.Д., Парфенов И.П. Воспаление как прогностический фактор исхода эндоваскулярного лечения инсульта пробуждения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 208–216. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-208-216

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.05.2025
Принята к печати 19.06.2025

Inflammation as a prognostic factor for the outcome of endovascular treatment of wake-up stroke

M.V. Strutsenko , P.A. Bolotov, R.L. Logvinenko, V.D. Polyanskiy, D.M. Murtazaliev, T.D. Soshina, I.P. Parfenov

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

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

Pavel A. Bolotov, Dr. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9896-2483

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

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

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

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

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

Abstract

Objective. To identify the prognostic value of systemic inflammation markers (C-reactive protein (CRP) and leukocytosis) for assessing the clinical outcome of endovascular therapy for wake-up stroke (WUS).

Material and methods. The study included 52 patients with WUS, as a control, the parameters of patients with ischemic stroke (IS) “awake” non-WUS with late presentation (more than 6 hours) (62 patients) and early presentation (up to 6 hours) (217 patients) were considered. Clinical and laboratory parameters were considered. The reperfusion outcome was evaluated by mTICI, ASPECTS, NIHSS, mRs scales. The levels of CRP and leukocytes were assessed, with subsequent identification of the relationship between the levels of systemic inflammation markers and the functional outcome of endovascular therapy of IS. Statistical analysis was performed using SPSS for Windows.

Results. The CRP index had statistically significant differences between the WUS group and the comparison groups ($p < 0.0001$), whereas the difference in the indices between the late and early non-WUS groups was not statistically significant ($p = 0.52$). Evaluation of the functional results showed poor functional outcome/death in 46.1%/32.7% in the WUS group, 50%/29% in the late non-WUS group, 45.6%/25.8% in the early non-WUS group. The findings demonstrate that admission CRP levels are strongly and independently associated with increased risk of mortality and poor clinical outcomes after endovascular treatment of acute IS in patients with WUS. Multivariate logistic regression analysis showed that CRP level (OR 5.85, 95% CI 0.70–48.67, $p < 0.001$) was an independent risk factor for poor outcome. ROC curve analysis showed that the optimal cutoff value of CRP to distinguish a favorable outcome from a poor one was 6.2 mg/l (area under the curve 0.691), with a sensitivity of 69.7% and a specificity of 83.2%. Spearman correlation analysis showed that the CRP level was positively associated with the NIHSS score after treatment ($r = 0.411$, $p < 0.05$) and age ($r = 0.252$, $p < 0.001$).

Conclusion. High CRP levels within 24 hours of onset were associated with poor functional outcome after acute ischemic event in patients with WUS. Elevated CRP levels may correlate with NIHSS score and age.

Keywords: endovascular treatment, thrombectomy, ischemic stroke, awakening stroke, WUS, thrombolysis, reperfusion, inflammation, C-reactive protein (CRP)

For citation: Strutsenko M.V., Bolotov P.A., Logvinenko R.L., Polyanskiy V.D., Murtazaliev D.M., Soshina T.D., Parfenov I.P. Inflammation as a prognostic factor for the outcome of endovascular treatment of wake-up stroke. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 208–216 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-208-216

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

Received May 07, 2025
Accepted June 19, 2025

Введение

Инсульт продолжает оставаться одним из наиболее катастрофических неврологических заболеваний, занимая второе место среди причин смертности. Согласно прогнозам, к 2050 г. заболеваемость инсультом увеличится в 2,25 раза, причем около трети случаев придется на людей старше 85 лет. Около 80% всех случаев инсульта – это ишемические инсульты (ИИ) [1]. Реже инсульт развивается во сне, в таком случае, как правило, он диагностируется

после пробуждения пациента [2]. На сегодняшний день наиболее распространенным терапевтическим подходом при ИИ были реперфузия с использованием тканевого активатора плазминогена, внутривенного тромболитика или механической тромбэктомии (со стент-ретривером или эндоваскулярной терапией). Однако лишь немногие пациенты получили пользу от механической тромбэктомии и внутривенного тромболитика из-за короткого окна возможности лечения и геморрагических осложнений [3].

Ряд реакций способствует патологическому процессу ишемии, включая воспаление, которое считается критическим фактором на всех этапах развития инсульта, от окклюзии в острой фазе до постишемического восстановления [4, 5]. Воспаление является защитной реакцией, благодаря которой удаляются токсичные вещества и ограничивается их пагубное воздействие. Появляется все больше доказательств того, что воспаление вносит значительный вклад в ишемию мозга во время постишемической фазы [6]. Кроме того, все больше доказательств свидетельствует, что постоянное воспаление может повреждать нейроны и гематоэнцефалический барьер во время инфаркта мозга, повреждая ткани и ухудшая функциональные результаты. В нескольких исследованиях изучена связь между сывороточными воспалительными показателями и функциональными исходами у пациентов с ИИ [7–9]. Кроме того, было отмечено, что соотношение нейтрофилов с лимфоцитами (NLR) является полезным воспалительным биомаркером для прогнозирования плохого краткосрочного исхода у лиц с ИИ, но их прогностическая эффективность не выяснена [10].

Представляется вероятным предположение, что воспаление также влияет на патогенез ИИ у пациентов с инсультом пробуждения (wake-up stroke, WUS). Существует гипотеза, что смягчение системного воспаления низкого уровня как средство первичной и вторичной профилактики ишемического инсульта будет играть одну из ведущих ролей, наряду с установленными факторами риска развития цереброваскулярных заболеваний. Тем не менее маркеры системного воспаления как потенциальные факторы функционального исхода после эндоваскулярного лечения острого ИИ у пациентов с WUS остаются малоизученными и спорными.

Цель настоящего исследования – выявить прогностическую ценность маркеров системного воспаления (С-реактивный белок (СРБ) и лейкоцитоз) для оценки клинического исхода эндоваскулярной терапии инсульта пробуждения (WUS).

Материал и методы

В исследование были включены результаты диагностики и терапии 52 пациентов с WUS

(соответствуют критериям развития ишемии во временных рамках менее 4,5 ч согласно МРТ). Отбор пациентов для эндоваскулярного лечения выполнялся в соответствии с утвержденным протоколом и национальными рекомендациями. С целью сравнения функционального клинического исхода (на 90-й день) в исследование были включены результаты диагностики и лечения пациентов с ИИ групп «бодрствование» non-WUS с поздним обращением (более 6 ч) – 62 пациента и ранним обращением (до 6 ч) – 217 пациентов.

Объем некроза ткани головного мозга на момент поступления количественно оценивали по данным КТ-перфузии и МРТ. Оценка ранних ишемических изменений в бассейне средней мозговой артерии проводилась по шкале ASPECTS. Кроме того, применяли шкалы NIHSS, mTICI и mRs до и после эндоваскулярной терапии для верификации любых возможных геморрагических осложнений и оценки прогноза. По шкале инсульта NIHSS оценивали неврологический дефицит (легкой степени тяжести – до 5 баллов, средней степени тяжести – от 6 до 15 баллов, тяжелый – от 16 до 21, крайне тяжелый – более 21 балла), с помощью модифицированной шкалы Рэнкина (mRs) – функциональный статус при выписке. Оценивали уровни СРБ и лейкоцитов с последующим выявлением связи между уровнями маркеров системного воспаления и функциональным исходом эндоваскулярной терапии у пациентов с WUS.

Статистический анализ

Полученные данные обработаны с помощью программного обеспечения операционной системы Windows 11 в приложениях Microsoft Excel 2021 и SPSS Statistics 23. Для анализа соответствия переменных исследования нормальному распределению использовался критерий Колмогорова–Смирнова. Учитывая, что подавляющее большинство переменных во всех выборках показали статистически значимый критерий Колмогорова–Смирнова менее 0,05 (то есть имели распределение, отличное от нормального), дальнейшая сравнительная оценка групп проводилась с применением непараметрических методов. В соответствии с этим категориальные переменные с конкретным признаком оценивались как процент от численности

текущей выборки (%) и абсолютное число (n). Непрерывные переменные представлены медианой (Me), а также квартилями 1-м (Q1) и 3-м (Q3) (межквартильный размах – IQR). Различия между группами по качественному признаку исследовали с помощью критерия χ^2 , по количественному признаку – с помощью критерия Краскела–Уоллиса (трех независимых групп), U-критерия Манна–Уитни (двух независимых групп попарно). Для оценки динамики в каждой группе применен Z-тест Вилкоксона. Кроме того, для определения факторов, независимо связанных с клиническим исходом через 3 мес, использовались модели многомерной логистической регрессии. Отношения шансов (ОШ) и 95% доверительные интервалы (ДИ) были

рассчитаны для оценки связи между уровнями СРБ/лейкоцитов и функциональным исходом. ROC-анализ использовался для определения наилучшего порогового значения СРБ для прогнозирования плохого результата. Корреляционный анализ Спирмена применялся для изучения корреляции между переменными, связанными с инсультом, и уровнями СРБ. Все тесты были двусторонними, и считалось, что $p < 0,05$ указывает на статистическую значимость.

Результаты

Клинические характеристики, лабораторные данные и результаты лечения пациентов были обобщены и представлены в таблице 1.

Таблица 1

Клинические характеристики, лабораторные данные и результаты лечения пациентов с ИИ сравнимых групп

| Параметры | WUS (n=52) | Пациенты с ИИ групп «бодрствование» non WUS | | Значение P |
|--|--------------|---|---------------------------------------|------------------|
| | | с поздним обращением (более 6 ч) (n=62) | с ранним обращением менее 6 ч (n=217) | |
| Средний возраст, лет | 73,5 | 73 | 75 | — |
| Средний балл по шкале NIHSS при поступлении в стационар | 18 | 16 | 18 | 0,52 |
| Средний балл по шкале NIHSS после терапии | 15,5 | 11 | 7 | 0,012 |
| P-динамика | 0,04 | 0,03 | 0,001 | — |
| mRs до инсульта | 0 | 0 | 0 | — |
| mRs после инсульта | 4 | 3 | 4 | — |
| P-динамика | 0,001 | 0,001 | 0,001 | — |
| Пол | | | | |
| мужской | 31 (59,6) | 28 (45,2) | 105 (48,4) | — |
| женский | 21 (40,4) | 34 (56,8) | 112 (51,6) | — |
| Предыдущий ишемический инсульт в анамнезе | 7 (13,5) | 9 (14,5) | 44 (20,3) | — |
| Фибрилляция предсердий | 25 (48,1) | 49 (79,0) | 112 (51,6) | 0,04 |
| Терапия НОАК | 11 (21,2) | 7 (11,3) | 55 (23,3) | — |
| Средний уровень СРБ при поступлении, мг/л | 18,38 | 8,93 | 10,7 | <0,001 |
| Средний уровень лейкоцитов при поступлении, $\times 10^9/\text{л}$ | 8,81 | 8,9 | 8,5 | — |
| Место окклюзии | | | | |
| средняя мозговая артерия, сегмент M1 | 21 (40,4) | 21 (33,9) | 82 (37,8) | — |
| средняя мозговая артерия, сегмент M2 | 10 (19,2) | 16 (25,8) | 34 (15,7) | — |
| тандемная окклюзия | 13 (25,0) | 12 (19,4) | 38 (17,5) | — |

| Параметры | WUS (n=52) | Пациенты с ИИ групп «бодрствование» non WUS | | Значение P |
|--|------------|---|---------------------------------------|--------------|
| | | с поздним обращением (более 6 ч) (n=62) | с ранним обращением менее 6 ч (n=217) | |
| Значение ASPECTS | | | | |
| 10–8 баллов | 42 (80,8) | 52 (83,9) | 192 (88,5) | — |
| 7–6 баллов | 11 (21,2) | 9 (14,5) | 5 (2,3) | 0,07 |
| <5 баллов | 5 (9,6) | 3 (4,8) | 2 (0,9) | — |
| Седация в сознании или без нее | 37 (71,2) | 53 (85,5) | 177 (81,6) | — |
| Общая анестезия | 15 (28,8) | 9 (14,5) | 24 (11,1) | — |
| Внутривенное введение альтеплазы | 8 (15,4) | 1 (1,6) | 69 (31,8) | — |
| Только аспирационный катетер | 28 (53,8) | 37 (59,7) | 15 (6,9) | — |
| Только стент-ретривер | 6 (11,5) | 5 (8,1) | 152 (70,0) | — |
| И аспирационный катетер, и стент-ретривер | 18 (34,6) | 18 (29,0) | 33 (15,2) | — |
| Имплантация каротидного стента | 6 (11,5) | 6 (9,7) | 33 (15,2) | — |
| Бедренный артериальный доступ | 6 (11,5) | 59 (95,2) | 179 (82,5) | — |
| Лучевой/брахиальный доступ | 5 (9,6) | 3 (4,8) | 21 (9,7) | — |
| Прямой каротидный доступ | 1 (1,9) | — | 1 (0,5) | — |
| Хороший функциональный результат (mRS 0–2) | 9 (17,3) | 13 (21,0) | 59 (27,2) | — |
| Плохой функциональный результат (mRS 3–5) | 24 (46,2) | 31 (50,0) | 99 (45,6) | — |
| Смертность в течение 3 мес или при выписке (mRS 6) | 17 (32,7) | 18 (29,0) | 56 (25,8) | 0,01 |
| Успешная реканализация (mTICI 2b или лучше) | 38 (73,1) | 50 (80,6) | 179 (82,5) | 0,01 |
| Паренхимальные кровоизлияния 2 типа | 7 (13,5) | 3 (4,8) | 8 (3,7) | 0,021 |

Примечание. НОАК – непрямые оральные антикоагулянты.

Значения представлены в виде медианы (межквартильного размаха) или n (%).

Учтены показатели 52 пациентов с WUS в возрасте от 50 до 85 лет (средний возраст составил $72,6 \pm 12,04$ года), из них 31 (59,6%) мужского и 21 (40,4%) – женского пола. Среди пациентов с ИИ групп «бодрствование» non-WUS были учтены показатели 62 пациентов с поздним обращением в возрасте от 36 до 92 лет (средний возраст составил $72,05 \pm 12,08$ года), из них 28 (45,2%) – мужского и 34 (56,8%) – женского пола), а также 217 пациентов с ранним обращением в возрасте от 32 до 94 лет (средний возраст составил $71,36 \pm 12,77$ года), из них 105 (48,4%) – мужского и 112 (51,6%) – женского пола).

Средний балл по шкале NIHSS при поступлении в группу WUS составил 18 (IQR 12,75–24), в группе позднего non-WUS – 16 (IQR

12–20), в группе раннего non-WUS – 18 (IQR 15–23), без статистической разницы показателя между группами. Средний балл NIHSS в первые 3 мес после лечения в группе WUS составил 15,5 (IQR 6,75–22), в группе позднего non-WUS – 11 (IQR 2,25–20), в группе раннего non-WUS – 7 (IQR 2–15), со статистической разницей показателей как внутри групп в динамике, так и между группами при их сравнении после терапии.

Медианный уровень СРБ при поступлении в группу WUS составил 18,38 (IQR 10,44–32,41) мг/л, в группе позднего non-WUS – 8,93 (IQR 5,23–17,5) мг/л, в группе раннего non WUS – 10,7 (IQR 6,5–17,26) мг/л. По этому показателю имелись статистически достоверные отличия между группой WUS и группами

Таблица 2.

Результаты однофакторного анализа факторов, влияющих на 7-дневный функциональный результат (mRS) у пациентов с ИИ

| Параметры | WUS (n=52) | | Пациенты с ИИ групп «бодрствование» non-WUS | | | |
|--|---------------|----------------|---|----------------|---------------------------------------|-----------------|
| | | | с поздним обращением (более 6 ч) (n=62) | | с ранним обращением менее 6 ч (n=217) | |
| | mRS 0–2 (n=9) | mRS 3–6 (n=43) | mRS 0-2 (n=13) | mRS 3-6 (n=49) | mRS 0–2 (n=60) | mRS 3–6 (n=157) |
| Средний возраст, лет | 69,6 | 73,2* | 66,2 | 73,4* | 67,6 | 72,8* |
| Пол | | | | | | |
| мужской | 5 (55,6) | 26 (60,5) | 5 (38,5) | 23 (46,9) | 35 (58,3) | 70 (44,6) |
| женский | 4 (44,4) | 17 (39,5) | 8 (61,5) | 26(53,1) | 25 (41,7) | 87 (55,4) |
| Средний балл по шкале NIHSS | | | | | | |
| до терапии | 17 | 18 | 13 | 17 | 16 | 18 |
| после терапии | 2 | 19* | 2 | 16* | 2 | 15* |
| Уровень СРБ при поступлении, мг/л | 18 | 36* | 14 | 23* | 7 | 16* |
| Уровень лейкоцитов при поступлении, $\times 10^9$ /л | 9,54 | 9,46 | 8,9 | 9,97 | 8,7 | 9,95 |

Примечание: Значения представлены в виде медианы (межквартильного размаха) или n (%).

*Статистически значимая разница между показателями по шкале mRS в группах на уровне $p < 0,05$.

сравнения на уровне $p < 0,0001$, тогда как между группами с поздним и ранним non-WUS разница показателей была статистически не значима ($p = 0,52$).

Оценка функциональных результатов по модифицированной шкале Рэнкина в первые 3 мес после терапии показала плохой функциональный результат / летальный исход у 24 (46,2%) / 17(32,7%) в группе WUS, 31 (50,0%) / 18 (29,0%) в группе позднего non-WUS, 99 (45,6%) / 56 (25,8%) в группе раннего non-WUS.

В соответствии с однофакторным анализом пациенты с WUS с плохими функциональными результатами по сравнению с пациентами с хорошими функциональными результатами с большей вероятностью имели более старший возраст (в среднем 73,2 года против 69,6 года; $p = 0,02$), более высокий балл по шкале NIHSS (медиана 19 против 2; $p < 0,001$), более высокий уровень СРБ (медиана 36 мг/л против 18 мг/л; $p < 0,001$) (табл. 2).

Пациенты с поздним обращением non-WUS с плохими функциональными результатами также с большей вероятностью имели более старший возраст (в среднем 73,4 года

против 66,2 года; $p = 0,008$), более высокий балл по шкале NIHSS (медиана 16 против 2; $p < 0,001$), более высокий уровень СРБ (медиана 23 мг/л по сравнению с 14 мг/л; $p < 0,01$) по сравнению с пациентами с хорошими функциональными результатами.

Пациенты с ранним обращением non-WUS с плохими функциональными результатами тоже с большей вероятностью имели более старший возраст (в среднем 72,8 года против 67,6 года; $p = 0,01$), более высокий балл по шкале NIHSS (медиана 15 против 2; $p < 0,001$), более высокий уровень СРБ (медиана 16 мг/л против 7 мг/л; $p < 0,001$) по сравнению с пациентами с хорошими функциональными результатами.

В связи с наиболее значимым достоверным отличием между анализируемыми группами пациентов по показателю СРБ одним из высоковероятных провоцирующих факторов неблагоприятных функциональных результатов терапии может являться именно уровень СРБ. Так, через 3 мес после тромбэктомии в общей сложности 17 (32,7%) пациентов с WUS умерли, причем смерть наступала значительно чаще у пациентов, у которых изначально наблюдался

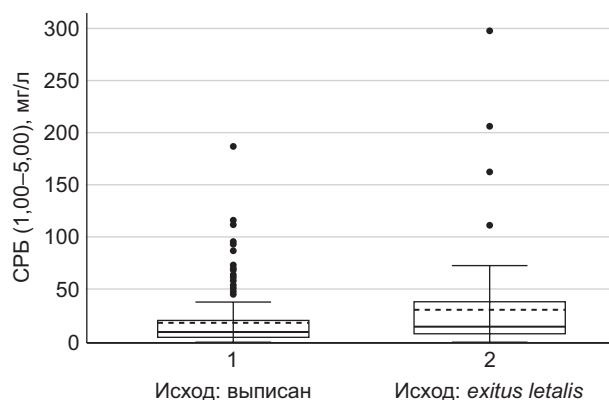


Рис. 1. Связь уровня СРБ (мг/л) и исхода терапии ИИ среди пациентов с WUS.

Наблюдается различие между значениями СРБ и количеством летальных исходов

более высокий уровень СРБ (медианные показатели умершие/живые – 43 против 27 мг/л, $p < 0,0001$) (рис. 1). Отношение шансов смерти или неблагоприятного исхода ($mRS > 2$) через 3 мес после тромбэктомии были рассчитаны для СРБ, возраста, плохих результатов тромбэктомии ($TICI < 2b$), ранее существовавших неврологических нарушений ($mRS > 0$), начального балла NIHSS и балл по шкале NIHSS после терапии, а также уровня лейкоцитов при поступлении пациента в стационар.

Многомерная логистическая регрессия после поправки на влияние возраста, ранее существовавших неврологических нарушений, уровень лейкоцитов и результатов тромбэктомии показывает, что начальные уровни СРБ (ОШ 5,85, 95% ДИ 0,70–48,67; $p < 0,001$) и балл по шкале NIHSS после терапии (ОШ 49,3, 95% ДИ 5,1–468,4; $p < 0,001$) были независимо связаны с неблагоприятным функциональным исходом через 3 мес после WUS (табл. 3).

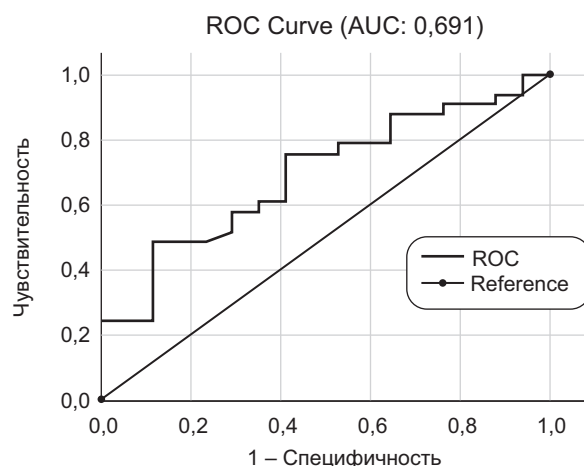


Рис. 2. Анализ ROC-кривой прогностической ценности СРБ для функционального результата среди пациентов с WUS

Многомерный логистический регрессионный анализ количества лейкоцитов потерял свою прогностическую силу с соответствующими отношениями шансов для прогнозирования смертности и плохих среднесрочных результатов 0,86 (95% ДИ 0,2–4,1) ($p > 0,05$).

Повышенные уровни СРБ были наиболее сильным прогностическим фактором для смерти пациентов с WUS в течение 3 мес после терапии (рис. 2). Анализ показал, что площадь под ROC-кривой для различения благоприятного и неблагоприятного исхода через 3 мес составила 0,691 (95% ДИ 0,665–0,751; $p < 0,001$). Когда значение индекса Юдена было самым высоким (0,59), оптимальное пороговое значение СРБ, найденное в ходе анализа ROC-кривой, составило 6,2 мг/л, с чувствительностью 69,7% и специфичностью 83,2%.

По оптимальному пороговому значению СРБ пациенты с WUS были разделены на две подгруппы. Впоследствии при необ-

Таблица 3

Результаты многомерного логистического регрессионного анализа факторов, влияющих на функциональный исход пациентов с WUS

| Переменная | ОШ | 95% ДИ | P |
|--|------|------------|------------------|
| Возраст (старше 73 лет) | 1,06 | 0,78–5,9 | 0,07 |
| Начальный балл NIHSS | 0,8 | 0,08–8,3 | 0,33 |
| Балл по шкале NIHSS после терапии | 49,3 | 5,1–468,4 | <0,001 |
| Повышенные начальные уровни СРБ | 5,85 | 0,70–48,67 | <0,001 |
| Уровень лейкоцитов при поступлении | 0,86 | 0,2–4,1 | 0,38 |
| Плохие результаты тромбэктомии ($TICI < 2b$) | 1,77 | 0,65–6,8 | 0,06 |
| Ранее существовавшие неврологические нарушения ($mRS > 0$) | 1,93 | 0,97–7,3 | 0,056 |

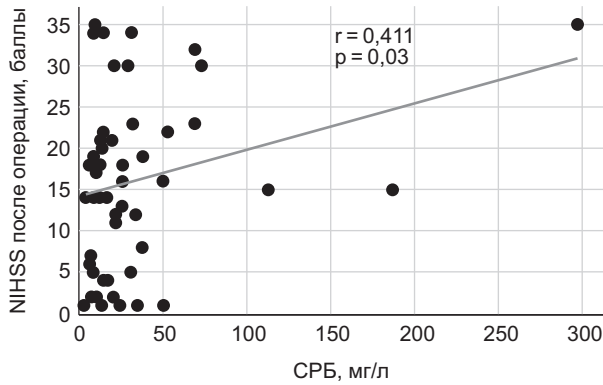


Рис. 3. Связь уровня СРБ с показателем по шкале NIHSS после операции у пациентов с WUS

ходимости использовали критерий χ^2 , t-тесты или U-тесты Манна–Уитни для изучения клинических данных, связанных с инсультом, которые могут быть связаны с уровнем экспрессии СРБ. Одномерный анализ показал, что пациенты с уровнем СРБ $\geq 6,2$ мг/л были старше (в среднем 73,2 против 65,5 года; $p=0,002$), имели более высокий балл по шкале NIHSS после терапии (медиана 16,7 против 9,75; $p < 0,001$). Кроме того, корреляционный анализ Спирмена, который использовался для изучения связи между клиническими данными, связанными с ИИ, и уровнями СРБ, показал, что уровень СРБ был положительно связан с показателем NIHSS после терапии ($r=0,411$, $p=0,03$) (рис. 3) и возрастом ($r=0,571$, $p=0,002$) (рис. 4).

Обсуждение

Настоящее исследование подтверждает достоверность маркеров системного воспаления, особенно уровня СРБ, для прогнозирования клинических исходов у группы пациентов с WUS, перенесших эндоваскулярное лечение. Подобно результатам, продемонстрированным в большинстве исследований при выявлении зависимости функционального исхода у пациентов с non-WUS, полученные нами данные показали, что уровни СРБ независимо связаны с функциональными исходами WUS после эндоваскулярной тромбэктомии.

C-реактивный белок представляет собой гликопротеин, вырабатываемый печенью, который может быстро повышаться под действием воспалительных цитокинов, тем самым усиливая ишемическое повреждение мозга [11]. Кроме того, СРБ может влиять на повреждение клеток мозга, способствуя

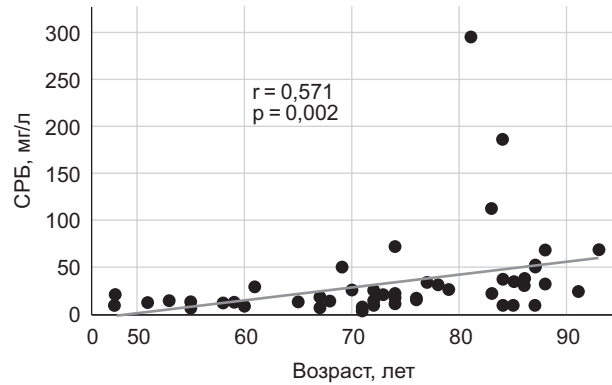


Рис. 4. Связь уровня СРБ с возрастом у пациентов с WUS

развитию и прогрессированию атеросклероза, активируя систему комплемента, ингибируя фибринолитическую систему и способствуя тромбозу. Таким образом, повышение уровней СРБ может отражать повышенную степень церебрального некроза [12]. Исследование показало, что повышенные уровни СРБ в течение первых 24 ч после ИИ у пациентов с WUS были в значительной степени связаны с неблагоприятным функциональным результатом через 3 мес после инсульта. Кроме того, было обнаружено, что уровни СРБ, вероятно, коррелируют с тяжестью неврологического состояния после лечения и возрастом пациента. Этот эффект, по-видимому, опосредован системной воспалительной средой, а каскад ишемия-воспаление у пациентов с WUS более выражен, если уровни СРБ повышены сразу после события.

По данным некоторых исследований, уровни СРБ не имеют значительной связи с исходами ИИ в дневное время (non-WUS). Так, R. Torakian et al. [12] и M. Karlinski et al. [13] выявили, что СРБ, оцененный в течение 24 ч с момента появления симптомов, не был связан с 3-месячным исходом; но следует отметить, что раннее тромболитическое лечение может уменьшать системное воспаление из-за ингибирования некроза мозговой ткани [14].

В проведенном нами исследовании установлено, что наилучшее пороговое значение СРБ для различения хороших и плохих исходов составляет 6,2 мг/л, что соответствует выявленному J. Vian et al. показателю 6,34 мг/л [15], но выше, чем уровень 3,0 мг/л, о которых сообщили J. Li et al. [16] для дневного инсульта. Количество лейкоцитов при поступлении имело меньший прогностический вес, поскольку этот маркер медленнее реагирует

на провоспалительный стимул и, таким образом, может быть менее подходящим в качестве раннего прогностического маркера.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что высокие уровни СРБ были связаны с неблагоприятными функциональными результатами через 3 мес после острого ишемического события у пациентов с WUS в большей степени, чем среди пациентов с non-WUS. Кроме того, уровни СРБ были связаны с более пожилым возрастом и более высоким баллом по шкале NIHSS после терапии.

Необходимы дополнительные исследования с серийными измерениями СРБ и точным временем сбора крови у пациентов с WUS при поступлении в стационар. Необходим учет таких состояний, влияющих на уровни СРБ, как повреждение тканей, неопластическое заболевание, острый коронарный синдром и другие воспалительные заболевания. Поэтому необходимы дальнейшие исследования со строгими критериями включения и исключения пациентов с WUS в исследование. Результаты подтверждают теорию о том, что смягчение системного воспаления низкого уровня может быть многообещающим шагом для улучшения прогноза у пациентов с WUS. Исходя из этого, вопросы об остром, хроническом и системном воспалении следует дополнительно изучить в более крупных исследованиях.

Литература/References

- Biggs D., Silverman M.E., Chen F., Walsh B., Wynne P. How should we treat patients who wake up with a stroke? A review of recent advances in management of acute ischemic stroke. *Am. J. Emerg. Med.* 2019; 37 (5): 954–959. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.02.010
- Di Carlo A., Emerging evidence for diagnosis and treatment of wake up stroke patients. 2023. <https://digitalcommons.georgefox.edu/dmsc/29>
- Протокол тромболитической терапии острого ишемического инсульта. Санкт-Петербург; 2023. Protocol of thrombolytic therapy of acute ischemic stroke. St. Petersburg; 2023 (in Russ.).
- Tao Q., Ang T.F.A., Akhter-Khan S.C., Itchapurapu I.S., Killiany R., Zhang X. et al. Impact of C-reactive protein on cognition and Alzheimer disease biomarkers in homozygous apolipoprotein E varepsilon4 carriers. *Neurology.* 2021 97: e1243–1252. DOI: 10.1212/WNL.00000000000012512
- Hart P.C., Rajab I.M., Alebraheem M., Potempa L.A. C-reactive protein and cancer-diagnostic and therapeutic insights. *Front. Immunol.* 2020; 11: 595835. DOI: 10.3389/fimmu.2020.595835
- Korantzopoulos P., Letsas K.P., Tse G., Fragakis N., Goudis C.A., Liu T. Inflammation and atrial fibrillation: a comprehensive review. *J. Arrhythm*
- . 2018; 34: 394–401. DOI: 10.1002/joa3.12077
- Huang L. Increased systemic immune-inflammation index predicts disease severity and functional outcome in acute ischemic stroke patients. *Neurologist.* 2023; 28 (1): 32–38. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000464
- Zhou Y., Zhang Y., Cui M., Zhang Y., Shang X. Prognostic value of the systemic inflammation response index in patients with acute ischemic stroke. *Brain Behav.* 2022; 12 (6): e2619. DOI: 10.1002/brb3.2619
- Zhang Y., Xing Z., Zhou K., Jiang S. The Predictive role of Systemic Inflammation Response Index (SIRI) in the prognosis of stroke patients. *Clin. Interv. Aging.* 2021; 16: 1997–2007. DOI: 10.2147/CIA.S339221
- Liu Y.L., Wu Z.Q., Qu J.F., Qiu D.H., Luo G.P., Yin H.P. et al. High neutrophil-to-lymphocyte ratio is a predictor of poor short-term outcome in patients with mild acute ischemic stroke receiving intravenous thrombolysis. *Brain Behav.* 2020; 10 (12): e01857. DOI: 10.1002/brb3.1857
- Abubakar S.A., Okubadejo N.U., Ojo O.O., Oladipo O., Ojini F.I., Danesi M.A. Relationship between admission serum C-reactive protein and short term outcome following acute ischaemic stroke at a tertiary health institution in Nigeria. *Niger. J. Clin. Pract.* 2013; 16: 320–324. DOI: 10.4103/1119-3077.113454
- Topakian R., Strasak A.M., Nussbaumer K., Haring H.P., Aichner F.T. Prognostic value of admission C-reactive protein in stroke patients undergoing iv thrombolysis. *J. Neurol.* 2008; 255: 1190–1196. DOI: 10.1007/s00415-008-0866-y
- Karlinski M., Bembenek J., Grabska K., Kobayashi A., Baranowska A., Litwin T., Czlonkowska A. Routine serum C-reactive protein and stroke outcome after intravenous thrombolysis. *Acta Neurol. Scand.* 2014; 130: 305–311. DOI: 10.1111/ane.12227
- Ye L., Cai R., Yang M., Qian J., Hong Z. Reduction of the systemic inflammatory induced by acute cerebral infarction through ultra-early thrombolytic therapy. *Exp. Ther. Med.* 2015; 10 (4): 1493–1498. DOI: 10.3892/etm.2015.2672
- Bian J., Guo S., Huang T., Li X., Zhao S., Chu Z., Li Z. CRP as a potential predictor of outcome in acute ischemic stroke. *Biomed Rep.* 2023; 18 (2): 17. DOI: 10.3892/br.2023.1599. PMID: 36776580; PMCID: PMC9892964
- Li J., Zhao X., Meng X., Lin J., Lin L., Wang Ch. et al. High-Sensitive c-reactive protein predicts recurrent stroke and poor functional outcome: subanalysis of the clopidogrel in high-risk patients with acute nondisabling cerebrovascular events trial. *Stroke.* 2016; 47 (8): 2025–2030. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.012901

Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.132.2-005.6-089

Антеградная реканализация хронических тотальных окклюзий коронарных артерий под внутрисосудистым ультразвуковым контролемА.А. Ларионов¹✉, Е.В. Николаева², Е.И. Кретов¹¹ ООО «Медпарк Новые технологии», Центр новых медицинских технологий, Новосибирск, Российская Федерация² ГБУЗ СК «Пятигорская городская клиническая больница № 2», Пятигорск, Российская Федерация✉ **Ларионов Анатолий Александрович**, канд. мед. наук, врач по рентгеноэндоваскулярным диагностике и лечению, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-2143-249X, e-mail: lariono@mail.ru**Николаева Екатерина Викторовна**, врач-рентгенолог; orcid.org/0000-0001-5701-2449**Кретов Евгений Иванович**, д-р. мед. наук, врач по рентгеноэндоваскулярным диагностике и лечению, orcid.org/0000-0002-7109-9074**Резюме**

В данной статье представлены и подробно разъяснены основные методики проведения антеградной реканализации хронических тотальных окклюзий коронарных артерий под внутрисосудистым ультразвуковым контролем (ХТО). Отдельно описана методика ассистенции с помощью внутрисосудистого ультразвука при пенетрации проксимальной культы хронической тотальной окклюзии с постоянным визуальным контролем проводника из соседней крупной боковой ветви. Приведен пример пошаговой внутрисосудистой ультразвуковой навигации при проведении проводника в истинный просвет из субинтимального пространства в процессе антеградной реканализации ХТО при формировании обширного ложного просвета. Данные методики могут применяться в качестве элективной стратегии при реканализации сложных ХТО коронарных артерий, а также как спасительные методики при неудачных попытках прохождения окклюзированного сегмента коронарными проводниками.

Ключевые слова: внутрисосудистое ультразвуковое исследование, хроническая тотальная окклюзия коронарной артерии, реканализация хронической тотальной окклюзии, антеградная реканализация, ретроградная реканализация

Для цитирования: Ларионов А.А., Николаева Е.В., Кретов Е.И. Антеградная реканализация хронических тотальных окклюзий коронарных артерий под внутрисосудистым ультразвуковым контролем. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 217–225. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-217-225

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.05.2025
Принята к печати 19.06.2025

Recanalization of chronic total occlusions of coronary arteries under intravascular ultrasound guidanceА.А. Larionov¹✉, Е.В. Nikolaeva², Е.И. Kretov¹¹ Medpark New Technologies, Center for New Medical Technologies, Novosibirsk, Russian Federation² Pyatigorsk City Clinical Hospital No. 2, Pyatigorsk, Russian Federation✉ **Anatoliy A. Larionov**, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon, Head of Department of Endovascular Surgery; orcid.org/0000-0002-2143-249X, e-mail: lariono@mail.ru**Ekaterina V. Nikolaeva**, Radiologist; orcid.org/0000-0001-5701-2449**Evgeniy I. Kretov**, Dr. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-7109-9074**Abstract**

This article presents and explains in detail the main methods of recanalization of chronic total occlusions (CTO) of coronary arteries under intravascular ultrasound guidance. A separate description is given to the method of assistance using intravascular ultrasound during penetration of the proximal stump of chronic total occlusion with constant visual control of the coronary guidewire from the adjacent large side branch. In addition, an example of step-by-step intravascular ultrasound navigation is given when introducing a coronary guidewire into the true lumen

from the subintimal space during antegrade recanalization of CTO when forming an extensive false lumen. These techniques can be used as an elective strategy for recanalization of complex CTO of coronary arteries, as well as bailout techniques in case of unsuccessful attempts to cross the occluded segment of the coronary artery.

Keywords: intravascular ultrasound, coronary artery chronic total occlusion, recanalization of chronic total occlusion, antegrade approach, retrograde approach

For citation: Larionov A.A., Nikolaeva E.V., Kretov E.I. Recanalization of chronic total occlusions of coronary arteries under intravascular ultrasound guidance. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 217–225 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-217-225

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

Received May 07, 2025
Accepted June 19, 2025

Введение

Чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) при хронических тотальных окклюзиях (ХТО), несмотря на всплеск интереса и улучшение их результатов в последние годы, остаются вызовом для интервенционного кардиолога. Пациенты, которые подвергаются процедуре реканализации, становятся все сложнее, некоторые из них имеют сопутствующие заболевания, перенесли в анамнезе аортокоронарное шунтирование (АКШ) или стентирование в бассейне окклюзированной артерии [1–4]. Однако отсутствие общей анестезии, ускоренный реабилитационный период, снижение потребности в АКШ [5, 6] являются доводом в пользу такого вмешательства. Основной причиной неудачи реканализации ХТО служит невозможность проведения проводника в истинный просвет артерии [7].

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) – это широко распространенная методика визуализации, которая позволяет получить информацию не только о структуре внутренних тканей и расположении инструментов внутри коронарной артерии (КА), но и в близко прилежащих боковых ветвях, и в тканях, окружающих сосуд. ВСУЗИ может предоставить дополнительную информацию, которую невозможно получить во время вмешательства только с помощью ангиографии.

Показаниями для использования ВСУЗИ во время ЧКВ при ХТО являются: оценка проксимальной культы окклюзии, оценка морфологии и протяженности окклюзированного сегмента после успешного прохождения проводника и последующей предилатации окклюзированной артерии, определение необходимости дополнительной подготовки пораженного сегмента, оценка посадочных зон для использования баллонов с лекарственным

покрытием или перед имплантацией стентов. Процедура ВСУЗИ не является обязательной для выполнения ЧКВ при ХТО, однако она эффективна для предотвращения перфорации артерии вследствие глубокого адвентициального прохождения окклюзированного сегмента или имплантации стента большего диаметра в целевой сосуд. Существует две методики применения ВСУЗИ непосредственно во время антеградной реканализации ХТО КА: детекция и прохождение проводником проксимальной крышки окклюзии под контролем ВСУЗИ, а также ВСУЗИ-ассистенция при релаксации в истинный просвет артерии антеградным проводником.

Определение и пенетрация проксимальной культы хронической тотальной окклюзии коронарной артерии при помощи ВСУЗИ

Билатеральное контрастирование дает возможность достаточно точно определить ход окклюзированного сегмента, этому обычно способствуют заостренная или тупая культя окклюзированной артерии, участки видимой кальцификации в теле окклюзии, приходящие малые боковые ветви. Однако коронароангиография иногда не позволяет определить точку входа: проксимальная культя окклюзии плавно переходит в боковую ветвь, контраст смывается, не задерживаясь в культе, не позволяя определить место пенетрации. Это так называемые flush-окклюзии. В такой ситуации ВСУЗИ может быть полезно для определения проксимальной культы ХТО [8–11], если ветвь достаточно широка для заведения катетера ВСУЗИ и в устье боковой ветви нет выраженной кальцификации, которая могла бы экранировать проксимальный окклюзированный сегмент артерии (рис. 1, а).

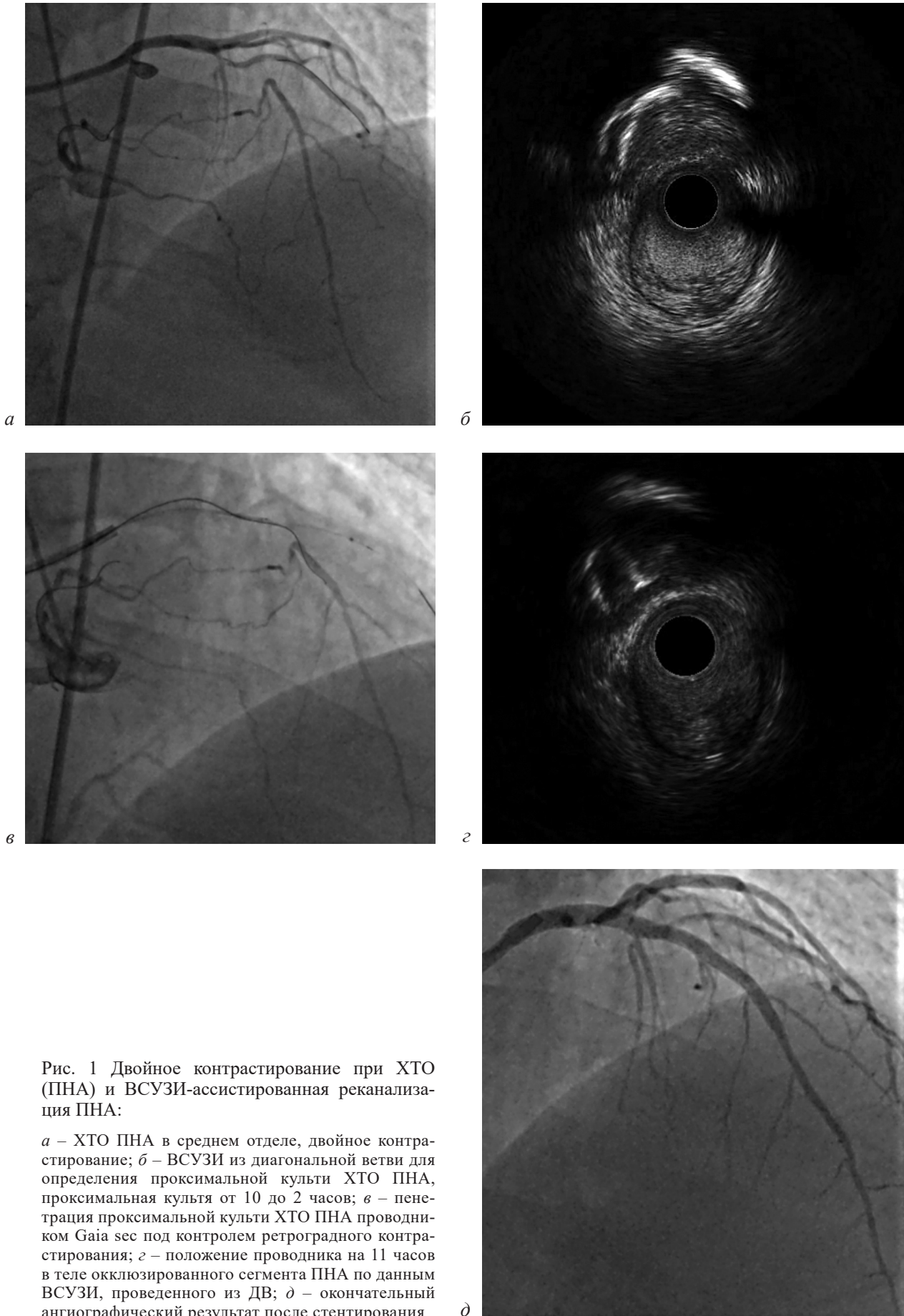


Рис. 1 Двойное контрастирование при ХТО (ПНА) и ВСУЗИ-ассистированная реканализация ПНА:

а – ХТО ПНА в среднем отделе, двойное контрастирование; *б* – ВСУЗИ из диагональной ветви для определения проксимальной культи ХТО ПНА, проксимальная культи от 10 до 2 часов; *в* – пенетрация проксимальной культи ХТО ПНА проводником Gaia sec под контролем ретроградного контрастирования; *г* – положение проводника на 11 часов в теле окклюзированного сегмента ПНА по данным ВСУЗИ, проведенного из ДВ; *д* – окончательный ангиографический результат после стентирования

Технически катетер ВСУЗИ сначала вводится в боковую ветвь, граничащую с проксимальной культей окклюзии. На основании изображений, полученных при ВСУЗИ, датчик устанавливается напротив проксимальной культы (рис. 1, б), после чего выполняется коронароангиография. Затем оператор, ориентируясь на расположение датчика ВСУЗИ, выполняет попытки пенетрации проксимальной культы, ориентируясь на данные коронароангиографии (рис. 1, в) и изображение, полученное с датчика ВСУЗИ. Положение проводника в теле окклюзированного сегмента по данным ВСУЗИ (рис. 1, г) свидетельствует о правильном направлении реканализации, дальнейшее продвижение к точке выхода в истинный просвет проводится под контролем ретроградного контрастирования дистальной культы окклюзии. После необходимой подготовки окклюзированного сегмента было выполнено стентирование (рис. 1, д).

Рассмотрим еще один пример использования ВСУЗИ для определения места пенетрации проксимальной культы при устьевой окклюзии ПКА с обедненным контрастированием дистального русла (рис. 2, а). После предшествующей неудачной попытки реканализации пациенту была выполнена МСКТ-коронарография, которая выявила проксимальную окклюзию ПКА протяженностью 20 мм с плотным фиброзным паттерном без значимой кальцификации и положительным remodelированием артерии в окклюзированном сегменте (рис. 2, б). В таких случаях жесткий проводник, используемый для пенетрации плотной крышки устьевой окклюзии, имеет тенденцию выходить в субинтимальное пространство и дальнейший выход в истинный просвет истонченного дистального русла бывает проблематичен. Поэтому так важно пенетрировать и пройти окклюзированный сегмент в истинном просвете артерии, чему может способствовать ВСУЗИ-навигация [12]. Первым этапом были выполнены предилатация боковой ветви ПКА, непосредственно граничащей с проксимальной культей окклюзии, и протяжка датчика ВСУЗИ для точного определения точки пенетрации (рис. 2, в). Затем датчик ВСУЗИ был установлен на уровне проксимальной культы и выполнена коронароангиография (рис. 2, г). После чего, ориентируясь на положение датчика по флюороскопии, была выполнена пенетрация проксимальной куль-

ти, далее, используя изображение, получаемое с датчика ВСУЗИ, жесткий проводник был направлен в центр окклюзированного сегмента по истинному просвету артерии (рис. 2, д, е). Последующие этапы включали предилатацию и имплантацию стента в ранее окклюзированный отдел ПКА (рис. 2, ж).

ВСУЗИ-ассистенция при антеградной реканализации хронической тотальной окклюзии для выхода в истинный просвет из субинтимального пространства

При антеградной реканализации ХТО комплекс проводник-микрокатетер и инъекции контрастного препарата часто увеличивают субинтимальное пространство. Стандартные методики эскалации/деэскалации проводников, параллельных проводников могут не привести к успеху процедуры. Как только проводники выходят за дистальные отделы ХТО, истинный просвет дистального русла может спадаться и с трудом просматривается при флюороскопии. Конечно, можно применить грубые техники антеградного реентри и застенить субинтимальное пространство, но это может привести к окклюзии крупных боковых ветвей или перфорации. В таких случаях приходится либо отказываться от продолжения процедуры, либо переходить к ретроградному доступу. Однако ВСУЗИ может помочь отличить истинный просвет от ложного, а также подтвердить, что проводник снова вошел в истинный просвет из ложного [13]. По сути ВСУЗИ дает нам третье измерение, которого так не хватает при плоскостной коронароангиографии, и позволяет мыслить объемно, точно и пошагово направляя инструмент. Эта концепция была впервые описана G.S. Werner et al. в 1997 г. [14].

Для выполнения ВСУЗИ проводник для реканализации, который находится в теле окклюзии или в субинтимальном пространстве, заменяется на атравматичный. Если требуется, предварительно через микрокатетер аспирируется гематома в стенке артерии. Далее заводится катетер для ВСУЗИ, при необходимости выполняется предилатация баллонным катетером небольшого диаметра. При получении изображения ВСУЗИ четко видно поперечное сечение окклюзированного сегмента артерии. В нем можно легко различить

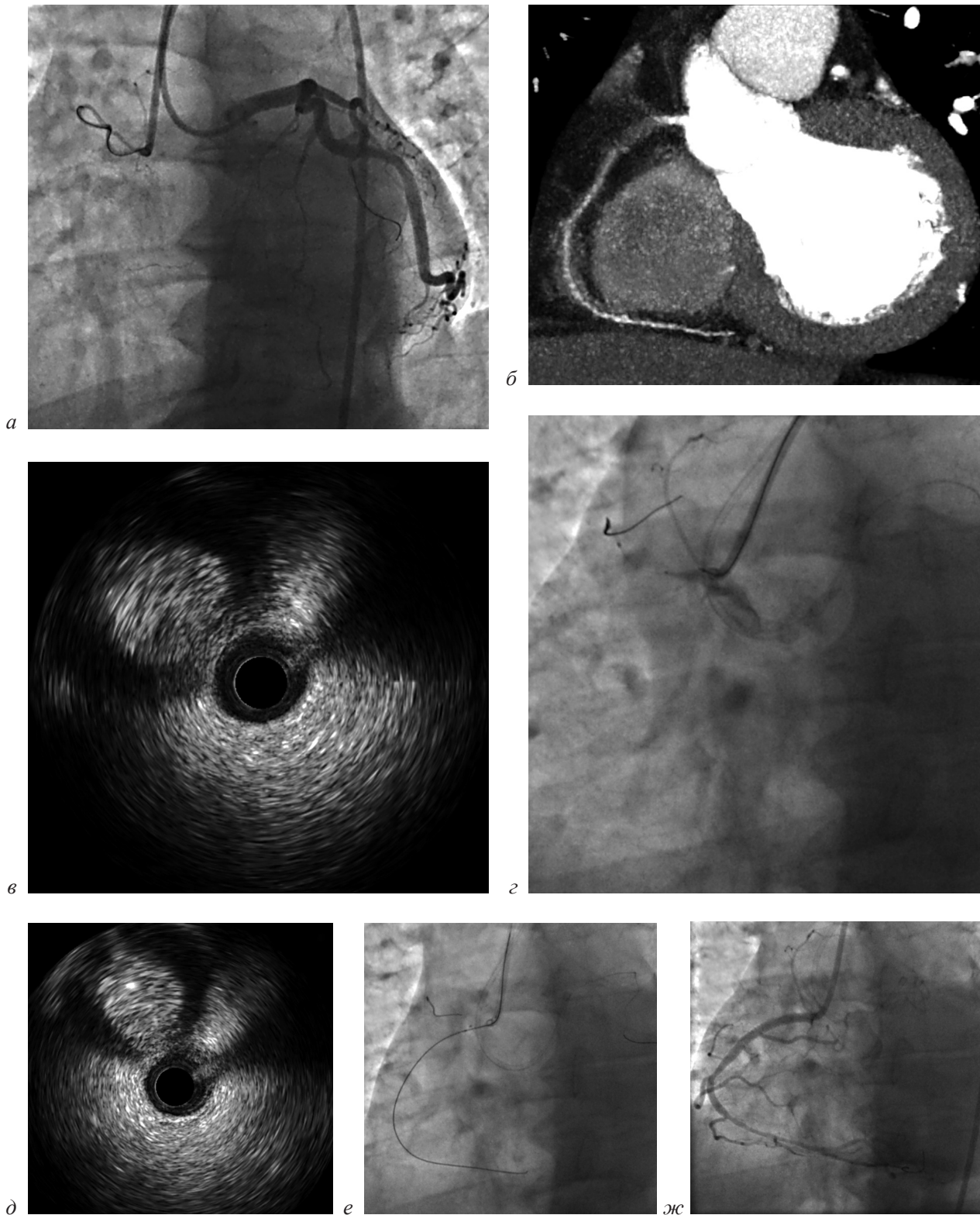
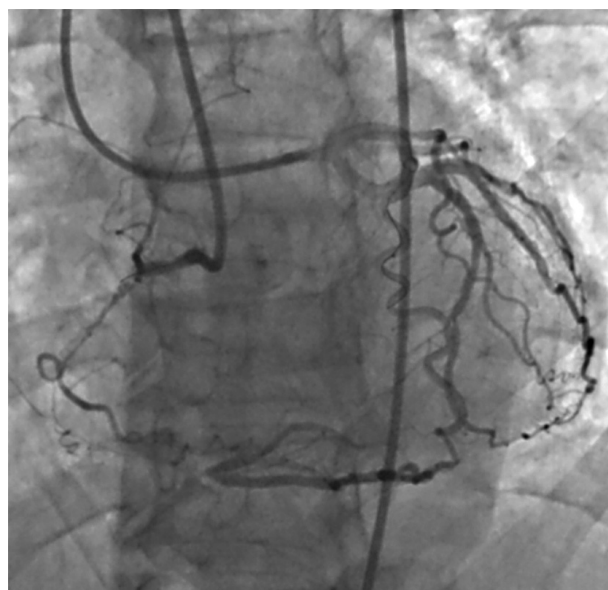


Рис. 2 Двойное контрастирование при устьевой ХТО ПКА, МСКТ-коронарография и ВСУЗИ-ассистированная реканализация устьевой окклюзии ПКА:

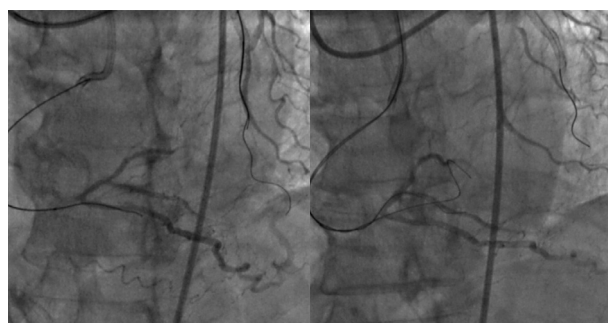
а – устьевая ХТО ПКА с обедненным дистальным руслом после предшествующей неудачной попытки реканализации; *б* – МСКТ-коронарография устьевой ХТО ПКА без значимой кальцификации, *в* – ВСУЗИ из боковой ветви – проксимальная культя ХТО ПКА с 9 до 12 часов; *г* – коронароангиография с позицией датчика ВСУЗИ напротив проксимальной культя; *д* – под контролем ВСУЗИ пенетрационный проводник (на 11 часов) направлен по центру окклюзированного сегмента ПКА; *е* – пенетрационный проводник проведен в дистальное русло ПКА; *ж* – окончательный ангиографический результат после стентирования

следующие структуры: истинный просвет, часто представленный фиброзной неоднородной тканью с элементами кальция и окруженный остатками наружной эластической мембраны темного цвета, также гомогенное серое полулунное субинтимальное пространство и светлая, акустически плотная адвентиция, которая является границей артериальной архитектуры. Эти ориентиры очень важны при параллельном проведении второго проводника в истинный просвет. Часто в качестве второго проводника для проведения в истинный просвет используют Conquest pro, Conquest pro 12 или Miraclebros 12 (Asahi Intecc, Япония).

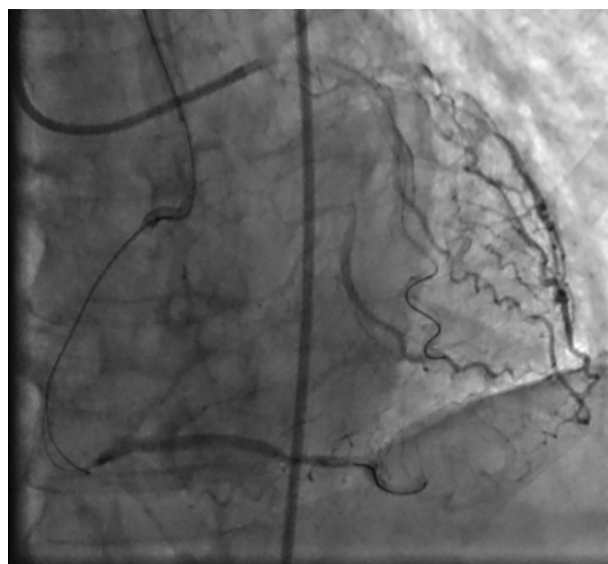
На рисунке 3 показан пример реканализации ХТО ПКА с ВСУЗИ-ассистенцией из субинтимального пространства. Изначальный план на процедуру предусматривал антеградную попытку реканализации и при безуспешности – переход на ретроградный доступ через крупную верхушечную эпикардальную коллатераль. Двойное контрастирование показало протяженный частично реканализованный сегмент в среднем и окклюзию в дистальном отделах ПКА (рис. 3, а). Дистальное русло при недостатке септальных коллатералей обильно контрастировалось за счет крупной эпикардальной коллатерали. Применив методики эскалации проводников и параллельных проводников, удалось выйти к дистальной культе окклюзии, но попытки пенетрировать проводником в истинный просвет были безуспешны (рис. 3, б). Попытка перейти на ретроградный доступ через крупную, извитую верхушечную коллатераль завершилась выраженным болевым синдромом, снижением показателей гемодинамики и была прекращена. Затем антеградно петлей полимерного проводника по методике knuckle-wire было достигнуто дистальное русло ПКА и выполнена преддилатация (рис. 3, в). ВСУЗИ в реканализованном и дистальном сегментах артерии показало субинтимальное прохождение (рис. 3, г), что могло сказаться на финальном результате и привести к окклюзии крупной боковой ветви в зоне бифуркации ПКА. Ориентируясь на данные ВСУЗИ, была найдена точка выхода проводника из истинного просвета в субинтимальное пространство, и параллельный проводник поэтапно был проведен в спавшийся истинный просвет артерии (рис. 3, д, е). Второй оператор, постепенно продвигая датчик ВСУЗИ в субинти-



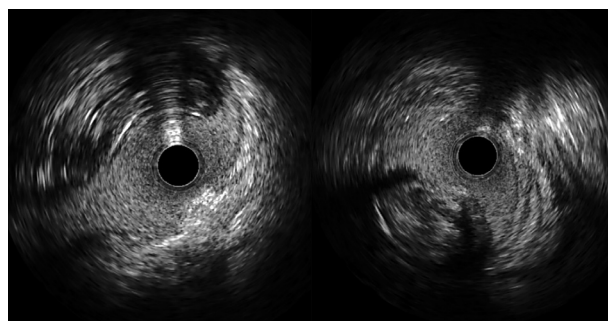
а



б



в



г

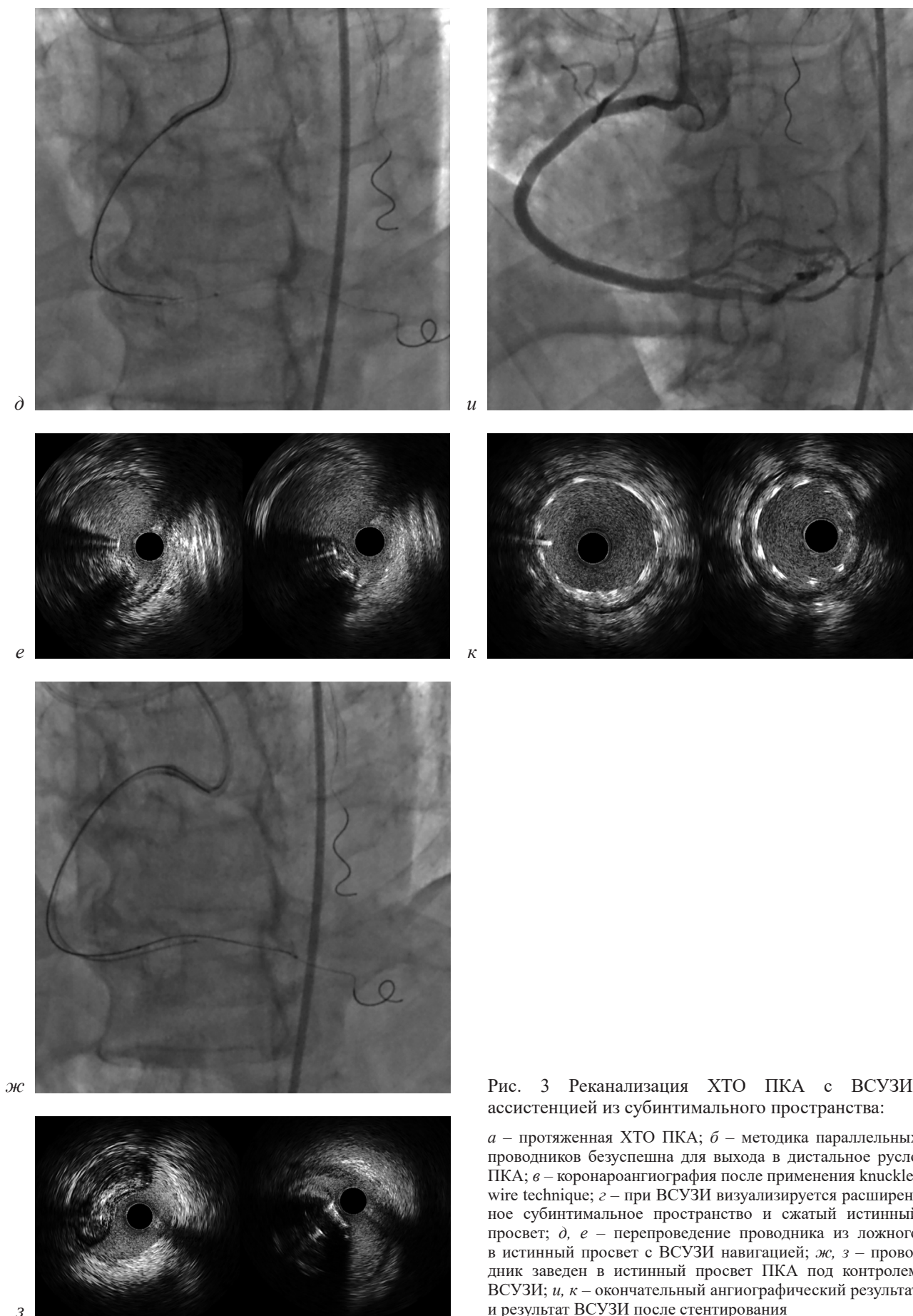


Рис. 3 Реканализация ХТО ПКА с ВСУЗИ-ассистенцией из субинтимального пространства:

а – протяженная ХТО ПКА; *б* – методика параллельных проводников безуспешна для выхода в дистальное русло ПКА; *в* – коронароангиография после применения knuckle-wire technique; *г* – при ВСУЗИ визуализируется расширенное субинтимальное пространство и сжатый истинный просвет; *д, е* – перепроведение проводника из ложного в истинный просвет с ВСУЗИ навигацией; *ж, з* – проводник заведен в истинный просвет ПКА под контролем ВСУЗИ; *и, к* – окончательный ангиографический результат и результат ВСУЗИ после стентирования

мальном пространстве, помогал основному оператору, обеспечивая постоянную визуализацию кончика проводника, что в конечном итоге способствовало проведению его в истинном просвете на всем протяжении (рис. 3, ж, з). После этого были выполнены финальные предилатация, стентирование и контрольное ВСУЗИ (рис. 3, и, к).

Обсуждение

Методика ВСУЗИ-ассистенции, как уже отмечалось, иногда требует предварительной баллонной дилатации в окклюзированном сегменте или субинтимальном пространстве для введения датчика ВСУЗИ. Кроме того, исходно потребуется антеградный гайд-катетер 7 или 8 Fr для одновременного введения катетера ВСУЗИ и микрокатетера с проводником. Конечно, возможна имплантация стентов после реканализации в субинтимальное пространство, но это может привести к окклюзии крупных боковых ветвей, а также увеличить риск перфорации и формирования ложной аневризмы коронарной артерии в отдаленном периоде. На самом деле, используя ВСУЗИ-ассистенцию, мы можем успешно завершить некоторые процедуры реканализации ХТО, первоначально зашедшие в тупик под ангиографическим контролем, когда нет возможности ретроградного доступа [15, 16]. Кроме того, недавно в Японии был разработан низкопрофильный катетер для ВСУЗИ, позволяющий направлять выход проводника из окклюзированного сегмента или субинтимального пространства в дистальное русло более точно и целенаправленно, который получил название «tip-detection antegrade dissection and reentry» (TD-ADR) [17].

Заключение

Варианты техник ВСУЗИ-ассистенции при антеградной реканализации ХТО КА могут использоваться как элективно, так и в качестве спасительной методики при неуспехе начального антеградного или ретроградного подхода. Элективную стратегию ВСУЗИ-ассистенции следует рассмотреть при неясной форме проксимальной культи окклюзии у пациентов без выраженного кальциноза коронарных артерий. В качестве спасительной методики ВСУЗИ-ассистенция при антеград-

ной реканализации ХТО КА может быть применена при формировании обширного субинтимального пространства или диссекции проксимальных отделов окклюзированной артерии в процессе антеградной реканализации, а также при неэффективности ретроградного доступа.

Литература/References

1. Brilakis E.S., Banerjee S., Karpaliotis D., Lombardi W.L., Tsai T.T., Shunk K.A. et al. Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2015; 8 (2): 245–253. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.08.014
2. Azzalini L., Agostoni P., Benincasa S., Knaapen P., Schumacher S.P., Dens J. et al. Retrograde chronic total occlusion percutaneous coronary intervention through ipsilateral collateral channels. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (15): 1489–1497. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.06.002
3. Potter B.J., Matteau A., Noisieux N., Mansour S. High stakes: CTO-PCI in the post-CABG patient. *Can. J. Cardiol.* 2018; 34 (3): 238–240. DOI: 10.1016/j.cjca.2017.12.022
4. Azzalini L., Dautov R., Ojeda S., Benincasa S., Bellini B., Giannini F. et al. Procedural and long-term outcomes of percutaneous coronary intervention for in-stent chronic total occlusion. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (9): 892–902. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.01.047
5. Melchior J.P., Doriot P.A., Chatelain P., Meier B., Urban P., Finci L. et al. Improvement of left ventricular contraction and relaxation synchronism after recanalization of chronic total coronary occlusion by angioplasty. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1987; 9 (4): 763–768. DOI: 10.1016/s0735-1097(87)80230-9.
6. Warren R.J., Black A.J., Valentine P.A., Manolas E.G., Hunt D. Coronary angioplasty for chronic total occlusion reduces the need for subsequent coronary bypass surgery. *Am. Heart J.* 1990; 120 (2): 270–274. DOI: 10.1016/0002-8703(90)90069-a
7. Garcia S., Abdullah S., Banerjee S., Brilakis E.S. Chronic total occlusions: patient selection and overview of advanced techniques. *Curr. Cardiol. Rep.* 2013; 15 (2). DOI: 10.1007/s11886-012-0334-2
8. Galassi A.R., Sumitsuji S., Boukhris M., Brilakis E.S., Di Mario C., Garbo R. et al. Utility of intravascular ultrasound in percutaneous revascularization of chronic total occlusions: an overview. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (19): 1979–1991.
9. Park Y., Park H.S., Jang G.L., Lee D.Y., Lee H., Lee J.H. et al. Intravascular ultrasound guided recanalization of stumpless chronic total occlusion. *Intern. J. Cardiol.* 2011; 148 (2): 174–178. DOI: 10.1016/j.ijcard.2009.10.052
10. Xenogiannis I., Tajti P., Karpaliotis D., Garbo R., Gagnor A., Burke M.N. et al. Intravascular imaging for chronic total occlusion intervention. *Curr. Cardiovasc. Imag. Rep.* 2018; 11 (12). DOI: 10.1007/s12410-018-9471-3
11. Стаферов А.В., Абросимов А.В., Конев А.В., Кудряшов Д.А., Химий О.В., Стаферов А.А. Внутрисосудистая визуализация при выполнении реканализации хронических тотальных окклюзий с отсутствием культи. *Эндоваскулярная хирургия.* 2024; 11 (1): 103–118. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-103-118

- Staferov A.V., Abrosimov A.V., Konev A.V., Kudryashov D.A., Khimiy O.V., Staferov A.A. Intravascular visualisation in recanalization of chronic total occlusions with the blunt stump. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (1): 103–118 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-103-118
12. Di Mario C., Mashayekhi K.M., Garbo R., Pyxaras S.P., Ciardetti N., Werner G.W. Recanalisation of coronary chronic total occlusions. *EuroIntervention [Internet]*. 2022; 18 (7): 535–561. DOI: 10.4244/eij-d-21-01117
13. Stone G.W., Colombo A., Teirstein P.S., Moses J.W., Leon M.B., Reifart N.J. et al. Percutaneous recanalization of chronically occluded coronary arteries: procedural techniques, devices, and results. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2005; 66 (2): 217–236. DOI: 10.1002/ccd.20489
14. Werner G.S., Diedrich J., Scholz K.H., Knies A., Kreuzer H. Vessel reconstruction in total coronary occlusions with a long subintimal wire pathway: use of multiple stents under guidance of intravascular ultrasound. *Catheter. Cardiovasc. Diagn.* 1997; 40 (1): 46–51. DOI: 10.1002/(sici)1097-0304(199701)40:1<46::aid-ccd9>3.0.co;2-b
15. Ito S., Suzuki T., Ito T., Katoh O., Ojio S., Sato H. et al. Novel technique using intravascular ultrasound-guided guidewire cross in coronary intervention for uncrossable chronic total occlusions. *Circ. J.* 2004; 68 (11): 1088–1092. DOI: 10.1253/circj.68.1088.
16. Matsubara T., Murata A., Kanyama H., Ogino A. IVUS-guided wiring technique: promising approach for the chronic total occlusion. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2004 19; 61 (3): 381–386. DOI: 10.1002/ccd.10796
17. Suzuki S., Okamura A., Nagai H., Iwakura K. Tip detection-antegrade dissection and reentry using intravascular ultrasound in chronic total occlusion intervention: first human case report. *Eur. Heart J. Case Rep.* 2022; 6 (6). DOI: 10.1093/ehjcr/ytac233

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.127-005.8

Острый инфаркт миокарда у пациента с единой коронарной артерией по типу L-I

М.А. Седгарян¹✉, А.В. Кудринский¹, А.В. Сницарь², М.В. Патлачук¹, К.А. Покровский¹, Д.А. Григорян¹

¹ ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. М.Е. Жадкевича Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

² ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница № 24 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

✉ **Седгарян Марат Амаякович**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-1876-7421, e-mail: sedgaryan@gmail.com

Кудринский Алексей Викторович, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-4113-8941

Сницарь Артем Владимирович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, главный врач; orcid.org/0000-0001-6053-4651

Патлачук Максим Валентинович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0003-0355-8635

Покровский Константин Александрович, д-р мед. наук, врач-хирург; orcid.org/0000-0003-1498-8956

Григорян Давид Аршакович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-2557-7290

Резюме

Аномалии коронарных артерий относятся к редко встречающимся состояниям. В большинстве случаев наличие единой коронарной артерии не сопровождается симптоматическими проявлениями, такая аномалия в основном диагностируется при выполнении коронарографии или компьютерной томографии. Представленный в статье клинический случай демонстрирует опыт успешного эндоваскулярного лечения инфаркта миокарда, обусловленного острой тромботической окклюзией, у пациента с единой коронарной артерией L-I-типа по классификации M.J. Lipton.

Ключевые слова: единая коронарная артерия, аномалия коронарных артерий, острый инфаркт миокарда, чрескожное коронарное вмешательство, ангиопластика и стентирование, аномалия коронарного русла, острый коронарный синдром

Для цитирования: Седгарян М.А., Кудринский А.В., Сницарь А.В., Патлачук М.В., Покровский К.А., Григорян Д.А. Острый инфаркт миокарда у пациента с единой коронарной артерией по типу L-I. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 226–232. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-226-232

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 28.04.2025
Принята к печати 10.06.2025

Acute myocardial infarction in patient with single coronary artery of L-I type

М.А. Sedgaryan¹✉, А.В. Kudrinskiy¹, А.В. Snitsar², М.В. Patlachuk¹, К.А. Pokrovskiy¹, Д.А. Grigoryan¹

¹ City Clinical Hospital named after M.E. Zhadkevich, Moscow, Russian Federation

² City Clinical Hospital No. 24, Moscow, Russian Federation

✉ **Marat A. Sedgaryan**, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-1876-7421, e-mail: sedgaryan@gmail.com

Aleksey V. Kudrinskiy, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4113-8941

Artem V. Snitsar, Endovascular Surgeon, Chief Physician; orcid.org/0000-0001-6053-4651

Maksim V. Patlachuk, Endovascular Surgeon, Head of Endovascular Surgery Department; orcid.org/0000-0003-0355-8635

Konstantin A. Pokrovskiy, Dr. Med. Sci., Surgeon; orcid.org/0000-0003-1498-8956

David A. Grigoryan, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2557-7290

Abstract

Coronary arteries anomalies are a relatively rare condition. Mostly, the presence of a single coronary artery doesn't cause symptoms and can be accidentally found during invasive coronary angiography or computer tomography. In this paper, we present the clinical case demonstrating successful percutaneous coronary intervention in the setting of acute myocardial infarction in a patient with benign coronary anomaly: a single coronary artery classified as L-I by M.J. Lipton.

Keywords: single coronary artery, coronary arteries anomaly, acute myocardial infarction, percutaneous coronary intervention, angioplasty and stenting, anomaly of the coronary bed, acute coronary syndrome

For citation: Sedgaryan M.A., Kudrinskiy A.V., Snitsar A.V., Patlachuk M.V., Pokrovskiy K.A., Grigoryan D.A. Acute myocardial infarction in patient with single coronary artery of L-I type. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 226–232 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-226-232

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

Received April 28, 2025

Accepted June 10, 2025

Введение

Аномалии развития коронарных артерий встречаются у 0,3–5,6% населения [1–3]. Проявления и патофизиологические механизмы этой группы врожденных аномалий сильно различаются [1]. Как правило, из-за отсутствия выраженной клинической симптоматики аномалии развития коронарных артерий диагностируются редко, в случае если такой вариант не приводит к нарушению кровоснабжения миокарда в раннем возрасте. Однако они являются второй по значимости причиной внезапной сердечной смерти (ВСС), особенно у молодых профессиональных спортсменов [4–6]. Согласно данным Американской кардиологической ассоциации, коронарные аномалии составляют 19% в структуре смертей данной группы [7].

Одна из наиболее редких аномалий коронарных артерий – единая коронарная артерия (ЕКА), ее распространенность составляет примерно 0,024–0,066% [8, 9]. В 1979 г. M.J. Lipton предложил и детально описал классификацию для определения вариантов ЕКА, которая в настоящее время является общепринятой [10]. Она включает в себя три группы (рис. 1).

Группа I. Единый сосуд представляет собой продолжение левой (L-I) или правой (R-I) коронарной артерии: в случае L-I огибающая артерия (ОА) продолжается по атриовентрикулярной борозде за зону креста, отдавая по своему ходу ветви острого края (ВОК), тогда как при варианте R-I правая коронарная артерия (ПКА) имеет обычный ход, однако, продолжаясь через зону креста по левой атриовентрикулярной борозде, отдает по своему ходу заднебоковые ветви (ЗБВ) и достигает

передней межжелудочковой борозды, продолжаясь в ней как передняя нисходящая артерия (ПНА).

Группа II. ЕКА берет начало от левого или правого коронарного синуса, и от этого сосуда отходит крупный поперечный ствол, далее проходящий через основание сердца, достигая нормального хода контралатеральной коронарной артерии. Таким образом, можно выделить шесть подгрупп, основываясь на месте отхождения артерии и пути хода крупного поперечного ствола, соединяющего бассейны коронарных артерий. В подгруппе R-II А ЕКА отходит от правого коронарного синуса и поперечный ствол проходит впереди от конуса правого желудочка (ПЖ) или ствола легочной артерии (ЛА). В подгруппе R-II В ход поперечного ствола пролегает между аортой и ЛА, при этом данный тип может быть распознан по септальным ветвям, отходящим от поперечного ствола, проходящего через базальный сегмент межжелудочковой перегородки. В подгруппе R-II Р поперечный ствол проходит кзади от корня аорты, чтобы достичь левого коронарного синуса в атриовентрикулярной борозде. Похожим образом ЕКА, берущая начало от левого коронарного синуса, может отдавать проксимальную ветвь, которая проходит либо впереди от ЛА (L-II А), либо между аортой и ЛА (L-II В) или же кзади от аорты (L-II Р). Когда поперечный ствол достигает правого синуса Вальсальвы, он продолжается в атриовентрикулярной борозде, подобно нормальной ПКА.

Группа III. У некоторых пациентов с ЕКА, отходящей от правого коронарного синуса, как ОА, так и ПНА могут брать отдельное начало от общего ствола. В таком случае ОА

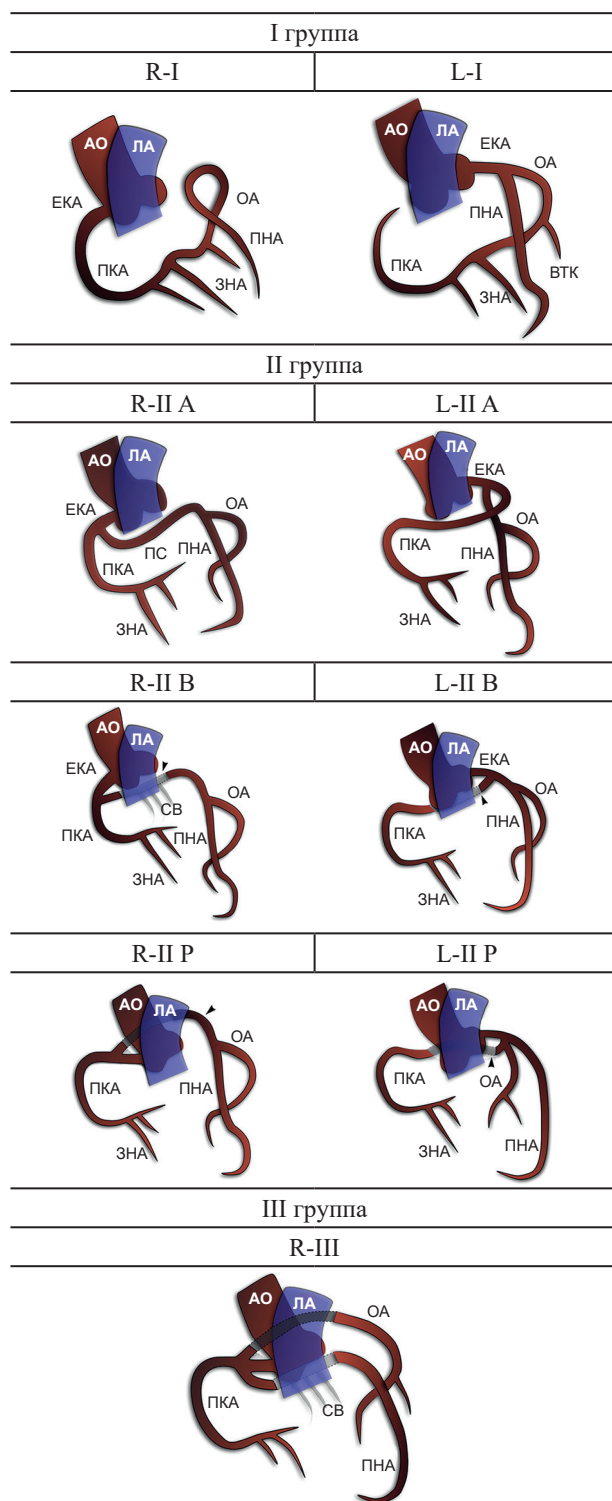


Рис. 1. Классификация единой коронарной артерии по M.J. Lipton [11].

R – правая единая коронарная артерия; L – левая единая коронарная артерия; А – ход поперечного ствола кпереди легочной артерии; В – межартериальный ход поперечного ствола; Р – ход поперечного ствола позади аорты; ЕКА – единая коронарная артерия; АО – аорта; ЛА – легочная артерия; ПНА – передняя нисходящая артерия; ОА – огибающая артерия; ПКА – правая коронарная артерия; ЗНА – задняя нисходящая артерия; СВ – септальные ветви; ПС – поперечный ствол

обычно проходит позади аорты в направлении к левой атриовентрикулярной борозде, в то время как ПНА проходит между аортой и легочным стволом к передней межжелудочковой борозде. Такой вариант классифицируется как R-III.

Следует отметить, что, согласно классификации Европейской ассоциации сердечно-сосудистой патологии, выделяют три группы на основании степени вероятности ВСС: 1) несомненная вероятность ВСС (аномальное отхождение КА от ЛА); 2) высоковероятная ВСС (аномальное отхождение левой коронарной артерии ЛКА от правого коронарного синуса с межартериальным вариантом хода, в том числе ЕКА по типу R-II В и R-III); 3) неопределенная вероятность ВСС (аномальное отхождение ПКА от левого коронарного синуса с межартериальным ходом – L-II В; аномалии отхождения КА от другого синуса без межартериального хода – L-I, L-II А, L-II Р; аномальное отхождение ОА от правого коронарного синуса или ПКА; аномальное отхождение ПНА с ходом кпереди от ЛА – R-II А) [12].

Описание случая

Пациент П., 47 лет, по каналу скорой медицинской помощи поступил в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) с жалобами на боли за грудиной жгучего характера, сохранявшиеся в покое более 30 мин (нитроглицерином не пользовался). По данным стандартной 12-канальной ЭКГ: ритм синусовый, частота сердечных сокращений 57 уд/мин, патологического смещения сегмента ST не отмечалось. По данным эхокардиографии: фракция выброса 52%, зон нарушения локальной сократимости не выявлено. Уровень тропонина I – 1,33 нг/мл. Был выставлен диагноз «острый инфаркт миокарда без подъема сегмента ST». Из анамнеза известно, что ОИМ, острого нарушения мозгового кровообращения пациент ранее не переносил. Нарушения ритма сердца, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, сахарного диабета нет. У пациента гипертоническая болезнь 3 степени, 3 стадии, риск сердечно-сосудистых осложнений 4. Пациент по экстренным показаниям был доставлен в рентгенооперационную. По данным коронарографии выявлена картина острой тромботической окклюзии ПКА при



Рис. 2. Острая тромботическая окклюзия на участке, соответствующем ПКА в бассейне ЕКА, по типу L-I (а, б)

аномалии строения коронарного русла – ЕКА по типу L-I (рис. 2).

Операция. Вмешательство начато на фоне нагрузочной дозы тикагрелора 180 мг в сочетании с ацетилсалициловой кислотой 300 мг, внутривенно введен гепарин 5000 ЕД. Проводниковый катетер EBU 4,0 установлен в устье ствола левой коронарной артерии. Коронарный проводник проведен через окклюзированный сегмент в дистальное русло артерии. С целью подтверждения нахождения проводника в истинном просвете, заведен микрокатетер Corsair 150 (рис. 3). При селектив-

ной ангиографии визуализировано дистальное русло ПКА, отходящей от ОА. Выполнена реканализация и баллонная ангиопластика окклюзированного участка ПКА баллонным катетером 2,0×15 мм (давление 12 атм.).

При восстановлении антеградного кровотока можно более наглядно представить проекцию и траекторию хода аномально отходящего сегмента, соответствующего ПКА (рис. 4).

Выполнено стентирование в зоне остаточного стеноза ПКА после зоны отхождения ЗНА 2 стентом с лекарственным покрытием Resolute Integrity 2,75×30 мм под давлением

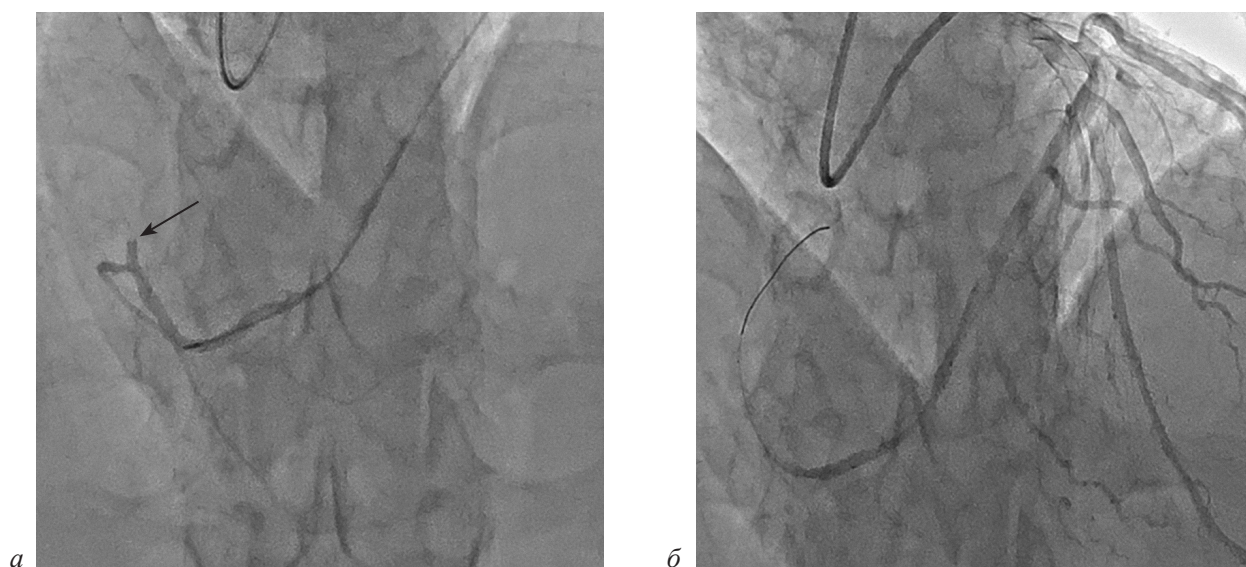


Рис. 3. Реканализация ПКА от ОА:

а – микрокатетер заведен в ПКА, выполнено контрастирование дистального русла, определяется окклюзия терминального отдела артерии после отхождения ВОК (отмечено стрелкой); б – выполнена смена микрокатетера на коронарный проводник

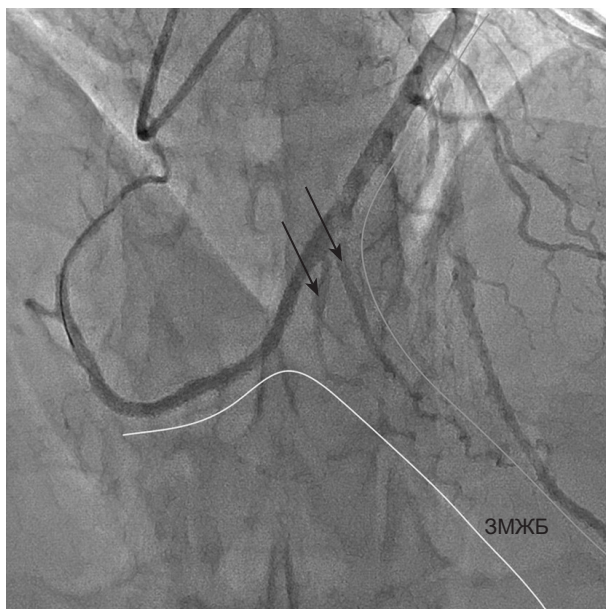


Рис. 4. Восстановление антеградного кровотока на уровне ТИМІЗ на фоне заведения проводника в дистальные отделы артерии. Стрелками указаны ЗНА 1 и 2, находящиеся в задней межжелудочковой борозде (ЗМЖБ), контрастный кончик проводника расположен в зоне отхождения ВОК

16 атм. Следующим шагом выполнено стентирование дистального сегмента ПКА тотчас после отхождения ВОК стентом Resolute Integrity 2,25×12 мм под давлением 10 атм. Далее имплантирован третий стент Resolute Integrity 3,0×12 мм под давлением 16 атм. от устья ЗНА 2 с перекрытием ранее имплантированного стента по проксимальному краю. При контрольной ангиографии (рис. 5) стенты полностью расправлены, кровоток по артери-

ям ТИМІ 3, признаки дистальной эмболии или диссекции не определяются.

После успешно выполненного стентирования пациент наблюдался в ОРИТ. В контрольных анализах крови на 2-е сутки отмечено снижение уровня тропонина – 0,72 нг/мл. При последующем наблюдении в отделении кардиологии боли ангинозного характера, одышка не беспокоили. На 3-и сутки после вмешательства пациент в удовлетворительном состоянии был выписан под наблюдение кардиолога по месту жительства.

Обсуждение

Представленный клинический случай демонстрирует важность знания вариантов аномалии коронарных артерий, так как вовремя заподозрив аномалию, можно снизить риски осложнений, продолжительность рентгеноскопии, а также количество введенного контрастного вещества при выполнении коронарографии и, при необходимости, чрескожного коронарного вмешательства. Для определения тактики реваскуляризации миокарда при выполнении вмешательства у пациентов с аномалиями развития коронарных артерий необходим правильный подбор инструментария, так как при такой анатомии может понадобиться разнообразный инструментарий для создания дополнительной поддержки проводникового катетера и оптимальной визуализации и верификации дистального русла (удлинитель, микрокатетер,



Рис. 5. Контрольная ангиография (а, б)

баллонные катетеры с достаточной длиной устройства и пр.).

По результатам исследований, ЕКА по типу L-I по классификации Lipton является доброкачественной аномалией. У данных пациентов обычно не наблюдаются симптомы или признаки сердечной дисфункции [13–20]. Тем не менее некоторые авторы, публиковавшие подобные клинические случаи, выдвигают гипотезу, что существует предрасположенность к развитию атеросклеротического поражения в зоне отхождения aberrантной ПКА от ОА. Возможным основанием для данной гипотезы могут быть нарушения развития коронарного русла в период эмбриогенеза [21, 22].

Клиническое значение данной аномалии в случае развития и прогрессирования атеросклеротического поражения у пациента зависит от его локализации, так как от этого зависит объем миокарда, вовлеченного в ишемию. Так, наличие значимого поражения в устье ОА будет провоцировать ишемию сразу в двух бассейнах (ПКА и ОА), а поражение ствола ЕКА, соответственно, будет вовлекать в ишемию весь объем миокарда обоих желудочков. Эти особенности могут усугублять течение инфаркта миокарда, с более быстрым развитием острой сердечной недостаточности и требовать использования вспомогательных методов кровообращения во время выполнения вмешательства.

У плановых пациентов для точного установления анатомического варианта отхождения коронарных артерий и их хода можно рекомендовать проведение мультиспиральной компьютерной томографии сердца с контрастированием и ЭКГ-синхронизацией [23].

Заключение

Наличие ЕКА по типу L-I хотя и представляет собой одну из самых редких по частоте аномалий, но является «благоприятной» по характеру клинического течения, не оказывает влияния на продолжительность жизни пациентов, при этом отсутствуют данные, что она значимо влияет на риски ВСС у пациента. В то же время уровень развития рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения позволяет провести эффективное лечение пациентов с такой аномалией как в экстренной, так и плановой клинической ситуации.

Литература/References

1. Frommelt P.C., Frommelt M.A. Congenital coronary artery anomalies. *Pediatr. Clin. North Am.* 2004; 51 (5): 1273–1288. DOI: 10.1016/j.pcl.2004.04.014
2. Kim S.Y., Seo J.B., Do K.-H., Heo J.-N., Lee J. S., Song J.-W. et al. Coronary artery anomalies: classification and ECG-gated multi-detector row ct findings with angiographic correlation. *RadioGraphics.* 2006; 26 (2): 317–333. DOI: 10.1148/rg.262055068
3. Earls J. P. Coronary artery anomalies. *Tech. Vasc. Interv. Radiol.* 2006; 9 (4): 210–217. DOI: 10.1053/j.tvir.2007.03.007
4. Leddet P., Couppie P., Burguet J.L., Reeb T., De Poli F., Hanssen M. L'utilisation du scanner cardiaque multi-barrettes pour l'exploration des anomalies coronaires. Analyse d'une série rétrospective monocentrique. *Ann. Cardiol. Angéiol.* 2008; 57 (5): 256–267. DOI: 10.1016/j.ancard.2008.08.002
5. Neves P.O., Andrade J., Monção H. Coronary anomalies: what the radiologist should know. *Radiol. Brasil.* 2015; 48 (4): 233–241. DOI: 10.1590/0100-3984.2014.0004
6. Gräni C., Kaufmann P.A., Windecker S., Buechel R.R. Diagnosis and management of anomalous coronary arteries with a malignant course. *Interv. Cardiol. Rev.* 2019; 14 (2): 83–88. DOI: 10.15420/icr.2019.1.1
7. Angelini P., Velasco J.A., Flamm S. Coronary Anomalies. *Circulation.* 2002; 105 (20): 2449–2454. DOI: 10.1161/01.cir.0000016175.49835.57
8. Desmet W., Vanhaecke J., Vrolix M., Van De Werf F., Piessens J., Willems J., De Geest H. Isolated single coronary artery: a review of 50 000 consecutive coronary angiographies. *Eur. Heart J.* 1992; 13 (12): 1637–1640. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a060117
9. Yamanaka O., Hobbs R.E. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. *Catheter. Cardiovasc. Diagn.* 2005; 21 (1): 28–40. DOI: 10.1002/ccd.1810210110
10. Lipton M.J., Barry W.H., Obrez I., Silverman J.F., Wexler L. Isolated single coronary artery: diagnosis, angiographic classification, and clinical significance. *Radiology.* 1979; 130 (1): 39–47. DOI: 10.1148/102.3.581
11. Aldana-Sepulveda N., Restrepo C.S., Kimura-Hayama E. Single coronary artery: spectrum of imaging findings with multidetector CT. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2013; 7 (6): 391–399. DOI: 10.1016/j.jcct.2013.11.009
12. Basso C., Aguilera B., Banner J., Cohle S., d'Amati G., de Gouveia R.H. et al. Guidelines for autopsy investigation of sudden cardiac death: 2017 update from the Association for European Cardiovascular Pathology. *Virchows Archiv.* 2017; 471 (6): 691–705. DOI: 10.1007/s00428-017-2221-0
13. Tavernarakis A., Voudris V., Ifantis G., Tsaganos N. Anomalous origin of the right coronary artery arising from the circumflex artery. *Clinical Cardiology.* 2009; 9 (5): 230–232. DOI: 10.1002/clc.4960090514
14. Sheth M., Dovnarsky M., Cha S.D., Kini P., Maranhao V. Single coronary artery: right coronary artery originating from distal left circumflex. *Catheter. Cardiovasc. Diagn.* 2005; 14 (3): 180–181. DOI: 10.1002/ccd.1810140310
15. Shammas R.L., Miller M.J., Babb J.D. Single left coronary artery with origin of the right coronary artery from distal circumflex. *Clin. Cardiol.* 2009; 24 (1): 90–92. DOI: 10.1002/clc.4960240115
16. Turhan H., Duru E., Yetkin E., Atak R., Senen K. Right coronary artery originating from distal left circumflex: an extremely rare variety of single coronary artery. *Int. J.*

- Cardiol.* 2003; 88 (2–3): 309–311. DOI: 10.1016/s0167-5273(02)00324-8
17. Kang W.C., Han S.H., Ahn T.H., Shin E.K. Images in cardiology. Unusual dominant course of left circumflex coronary artery with absent right coronary artery. *Heart.* 2006; 92 (5): 657. DOI: 10.1136/hrt.2005.073668
 18. Kahraman G., Bildirici U., Ural E., Komsuoglu B. Asymptomatic single coronary artery in patient with severe peripheral artery disease. *Int. J. Cardiovasc. Imag.* 2006; 23 (2): 273–276. DOI: 10.1007/s10554-006-9113-8
 19. Choi H.Y., Kim J.W., Moon J.M., Kim Y.J., Choi C.U., Lim H.E. et al. Unusual dominant course of left circumflex coronary artery to right coronary artery territory with absent right coronary artery. *J. Cardiol.* 2010; 55 (1): 117–119. DOI: 10.1016/j.jjcc.2009.03.014
 20. Chung S.-K., Lee S.-J., Park S.-H., Lee S.-W., Shin W. Y., Jin D.-K. An extremely rare variety of anomalous coronary artery: right coronary artery originating from the distal left circumflex artery. *Korean Circ. J.* 2010; 40 (9). DOI: 10.4070/kcj.2010.40.9.465
 21. Ayala F., Badui E., Murillo H., Madrid R., Almazan A., Rangel A., Gutierrez-Vogel S. Right coronary ostium agenesis with anomalous origin of the right coronary artery from an ectatic circumflex artery. *Angiology.* 2016; 46 (7): 637–639. DOI: 10.1177/000331979504600713
 22. Asha M., Sriram R., Mukundan S., Abraham K.A. Single coronary artery from the left sinus with atherosclerosis. *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* 2016; 11 (2): 163–164. DOI: 10.1177/021849230301100217
 23. Jahnke C., Nagel E., Ostendorf P.C., Tangcharoen T., Fleck E., Paetsch I. Diagnosis of a “single” coronary artery and determination of functional significance of concomitant coronary artery disease. *Circulation.* 2006; 113 (9). DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.564260

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.127-005.8-089.819.5

Успешное эндоваскулярное лечение травматического инфаркта миокарда в результате спортивной травмы грудной клетки

П.В. Пасхин¹✉, П.В. Новиков¹, А.О. Белоусов¹, М.М. Мурзайкина²

¹ БУ «Няганская окружная больница», Нягань, Российская Федерация

² ГАУЗ «Оренбургская областная клиническая больница им. В.И. Войнова», Оренбург, Российская Федерация

✉ Пасхин Петр Владимирович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению;
e-mail: p.paskhin@mail.ru

Новиков Павел Владиславович, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения

Белоусов Алексей Олегович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Мурзайкина Марина Михайловна, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению

Резюме

В настоящей работе представлено описание и анализ клинического случая возникновения диссекции интимы коронарной артерии на фоне умеренно пораженной атеросклеротическим процессом сосудистой стенки. Причиной нарушения коронарного кровотока явилась травматическая диссекция среднего сегмента бассейна передней межжелудочковой артерии вследствие закрытой травмы грудной клетки (спортивная травма). Проведено чрескожное коронарное вмешательство с последующей баллонной ангиопластикой и имплантацией баллонорасширяемого стента в индексный сегмент заинтересованной артерии.

Ключевые слова: закрытая травма грудной клетки, ушиб сердца, травматический инфаркт миокарда, окклюзирующая диссекция коронарной артерии

Для цитирования: Пасхин П.В., Новиков П.В., Белоусов А.О., Мурзайкина М.М. Успешное эндоваскулярное лечение травматического инфаркта миокарда в результате спортивной травмы грудной клетки. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 233–242. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-233-242

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.04.2025
Принята к печати 30.05.2025

Successful endovascular treatment of traumatic myocardial infarction as a result of a sports injury to the chest

P.V. Paskhin¹✉, P.V. Novikov¹, A.O. Belousov¹, M.M. Murzaykina²

¹ Nyagan District Hospital, Nyagan, Russian Federation

² Orenburg Regional Clinical Hospital named after V.I. Voynov, Orenburg, Russian Federation

✉ Petr V. Paskhin, Endovascular Surgeon; e-mail: p.paskhin@mail.ru

Pavel V. Novikov, Cand. Med. Sci., Head of the Endovascular Surgery Department

Aleksey O. Belousov, Endovascular Surgeon

Marina M. Murzaykina, Endovascular Surgeon

Abstract

This paper presents a personalized analysis of a clinical case of coronary artery intimal dissection against the background of a vascular wall moderately affected by atherosclerotic process. The cause of coronary blood flow disturbance was traumatic dissection of the middle segment of the anterior interventricular artery basin due to a closed chest injury (sports injury). Percutaneous coronary intervention was performed with subsequent balloon angioplasty and implantation of a balloon-expandable stent in the index segment of the artery in question.

Key words: closed chest trauma, cardiac contusion, traumatic myocardial infarction, occlusive dissection of the coronary artery

For citation: Paskhin P.V., Novikov P.V., Belousov A.O., Murzaykina M.M. Successful endovascular treatment of traumatic myocardial infarction as a result of a sports injury to the chest. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 233–242 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-233-242

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

Received April 17, 2025
Accepted May 30, 2025

Введение

Травматическая диссекция коронарной артерии (ТДКА), возникающая вследствие спортивной травмы грудной клетки, представляет собой жизнеугрожающее состояние, требующее незамедлительной диагностики и специализированного лечения в связи с высоким риском развития острого коронарного синдрома (ОКС) и внезапной сердечной смерти. Несмотря на относительную редкость данной патологии (менее 0,5% всех случаев острой коронарной недостаточности по данным международных регистров), ее клиническая значимость в спортивной медицине существенно возрастает в связи с увеличением количества экстремальных и контактных видов спорта [1]. Современные исследования демонстрируют, что основной механизм травматической диссекции связан с резким повышением интракоронарного давления в момент удара в грудную клетку, что приводит к повреждению интимы с последующим формированием интрамуральной гематомы и ложного просвета, особенно у пациентов с предсуществующими аномалиями строения сосудистой стенки.

Согласно последним клиническим рекомендациям (АНА/АСС 2023, ESC 2023), диагностика ТДКА требует комплексного подхода, включающего анализ механизма травмы, оценку динамики кардиоспецифических биомаркеров (тропонины, СК-МВ), электрокардиографических изменений (подъем сегмента ST, депрессия ST или инверсия зубца T), а также обязательное проведение коронарной ангиографии (КАГ) с возможным дополнением внутрисосудистыми методами визуализации, оптической когерентной томографией (ОКТ) и внутрисосудистым ультразвуковым исследованием (ВСУЗИ) [2–5]. Особую сложность представляет дифференциальная диагностика между травматической и спонтанной диссекцией коронарной артерии (СДКА), что требует тщательного сбора анамнеза и учета специфических ангиографических признаков, таких как отсутствие атеросклеротического поражения в других коронарных сегментах и характерная локализация в передней нисходящей артерии (ПНА) при травматическом генезе [6].

Лечебная тактика при ТДКА остается предметом дискуссий, однако современные дан-

ные свидетельства о преимуществе консервативного подхода при стабильном состоянии пациента, тогда как прогрессирующая ишемия или поражение основного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) требуют экстренного чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ). Важным аспектом является долгосрочное наблюдение за пациентами, перенесшими ТДКА, так как имеются сообщения о развитии поздних осложнений, включая формирование аневризм и рестенозов в зоне повреждения [7]. В контексте спортивной медицины особую актуальность приобретают вопросы вторичной профилактики и определения безопасных сроков возврата к физическим нагрузкам, что требует разработки индивидуализированных протоколов на основе данных стресс-тестов и контрольной визуализации.

Несмотря на значительные достижения в области интервенционной кардиологии, уровень летальности при ТДКА остается высоким (до 25% по данным многоцентровых исследований), что подчеркивает необходимость совершенствования диагностических алгоритмов и лечебных стратегий. Проведенный систематический анализ литературы демонстрирует явную недостаточность крупных рандомизированных исследований по данной проблеме, что обусловлено редкостью патологии и этическими сложностями при проведении контролируемых испытаний [8, 9].

В таблице 1 представлены ключевые механизмы, методы диагностики и варианты лечения травматических диссекций коронарных артерий, систематизированные по патогенетическим особенностям, диагностической точности и терапевтической эффективности.

Проведенный анализ демонстрирует, что травматические диссекции коронарных артерий характеризуются четкими паттернами в этиологии, анатомической локализации и клиническом течении. Наибольшая уязвимость ПНА, выявляемая в 65% случаев, объясняется ее анатомическим положением, что согласуется с данными международных регистров (Pargaonkar V.S. et al., 2023). Классификация по типу повреждения (Saw J. et al.) имеет ключевое прогностическое значение: преобладание интрамуральных гематом (тип 2) в 60% травматических случаев требует особого внимания при выборе тактики лечения. Современные алгоритмы диагностики, включающие обязательную коронарную ан-

Таблица 1

Характеристика травматических диссекций коронарных артерий: механизмы, диагностика и лечение

| Критерий | Характеристика | Клиническое значение |
|-------------------------|--|---|
| Этиология | Прямой удар в грудную клетку (80% случаев). Резкое торможение (ДТП). Спортивные травмы (хоккей, единоборства) | Наиболее частые причины: спортивные травмы (35%), ДТП (25%) |
| Локализация | Передняя нисходящая артерия – 65% случаев. Огибающая артерия – 20% случаев. Ствол ПКА – 15% случаев | ПНА наиболее уязвима из-за анатомического положения |
| Классификация (по Saw) | Тип 1: классическое расслоение (ложный просвет). Тип 2: интрамуральная гематома. Тип 3: локальный дефект интимы | Тип 2 встречается в 60% травматических случаев |
| Диагностика | 1. Экстренная КАГ «золотой стандарт». 2. ВСУЗИ/ОКТ (точность 95%). 3. КТ-ангиография (при стабильном состоянии) | Чувствительность ангиографии – 85%, повышается до 98% при сочетании с ВСУЗИ |
| Критерии лечения | Консервативное: – стабильные дистальные диссекции; – отсутствие ишемии. Инвазивное: – поражение ствола ЛКА; – окклюзия сосуда >50%; – прогрессирующая ишемия | 40% случаев требуют интервенционного лечения |
| Осложнения | Ранние: ОИМ (25%), ЖТ/ФЖ (15%). Поздние: рестеноз (12%), формирование аневризмы (8%) | Летальность в первые 24 ч достигает 15% |
| Прогностические факторы | Неблагоприятные: – поражение ствола ЛКА; – длина диссекции >20 мм; – ФВ ЛЖ <40%. Благоприятные: – дистальная локализация; – сохраненный кровоток TIMIfg-3 | Шкала риска COR-TAD (0–5 баллов) предсказывает летальность |
| Реабилитация | Запрет физических нагрузок 3–6 мес. Контрольная ангиография через 1 мес. Пожизненный мониторинг (риск рецидива 5%) | 70% пациентов возвращаются к прежней активности |

Примечание: ПКА – правая коронарная артерия; ОИМ – острый инфаркт миокарда; ЖТ – желудочковая тахикардия; ФЖ – фибрилляция желудочков; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка.

гиографию с дополнением ВСУЗИ/ОКТ, обеспечивают точность до 98%, что критически важно для предотвращения жизнеугрожающих осложнений, таких как ОИМ (25%) или рестеноз (12%). Выявленные прогностические маркеры (поражение ствола ЛКА, длина диссекции >20 мм) и разработанная шкала COR-TAD подчеркивают необходимость персонализированного подхода. Полученные данные подтверждают, что мультидисциплинарная стратегия, сочетающая экстренную диагностику, дифференцированное лечение и долгосрочный мониторинг, является обязательным условием улучшения исходов у данной категории пациентов.

Результаты сравнительной оценки визуализационных технологий выявили ключевые закономерности в диагностике ТДКА (табл. 2). Как следует из представленных данных, инвазивные методы визуализации сохраняют лидирующие позиции по точности диагностики: ОКТ с разрешением 10–20 мкм обеспечивает беспрецедентную детализацию повреждений интимы (чувствительность 98%), тогда как ВСУЗИ остается «золотым стандартом» для оценки интрамуральных гематом (чувствительность 94%). Особого внимания заслуживает клинически значимое преимущество комбинированного подхода (ангиография + ВСУЗИ/ОКТ), который позволяет повысить

Сравнительный анализ методов визуализации при травматических диссекциях коронарных артерий

| Метод | Разрешение, мкм | Преимущества | Ограничения | Чувствительность/специфичность, % | Клинические показания |
|------------------------|-----------------|---|--|-----------------------------------|---|
| КАГ | 200–500 | Быстрота выполнения. Доступность. Возможность сразу провести вмешательство | Ограниченная оценка стенки сосуда. Ложноотрицательные результаты при малых диссекциях | 85/92 | Первичная диагностика при ОКС после травмы |
| ВСУЗИ | 100–150 | Точная оценка площади просвета. Выявление интрамуральной гематомы. Измерение длины поражения | Инвазивность. Ограниченная визуализация дистальных отделов | 94/98 | Уточнение характера диссекции при планировании стентирования |
| ОКТ | 10–20 | Лучшее разрешение среди инвазивных методов. Четкая визуализация разрыва интимы. Оценка тромбоза | Требует очистки сосуда от крови. Ограниченная глубина проникновения | 98/99 | Сложные случаи, дифференциация СДКА/ТДКА, оценка краев стента |
| КТ-ангиография | 400–600 | Неинвазивность. Возможность 3D-реконструкции. Оценка внесосудистых структур | Ограничения при кальцинозе. Зависимость от ЧСС. Лучевая нагрузка | 82/89 | Скрининг стабильных пациентов, контроль через 1-3-6 мес |
| МР-ангиография | 300–1000 | Отсутствие лучевой нагрузки. Возможность оценки жизнеспособности миокарда | Длительность исследования. Ограниченная доступность. Артефакты движения | 78/85 | Альтернатива при противопоказаниях к КТ, оценка сопутствующего повреждения миокарда |
| ЭхоКГ (чреспищеводная) | 500–1000 | Возможность выполнения у постели больного. Оценка функции ЛЖ. Выявление осложнений | Ограниченная визуализация дистальных отделов. Оператор-зависимость | 65/80 | Экстренная диагностика при нестабильной гемодинамике |

Примечание. КТ – компьютерная томография; МР – магнитно-резонансная; ЭхоКГ – эхокардиография; ЧСС – частота сердечных сокращений.

диагностическую точность до 99%, что особенно важно при принятии решений о необходимости реваскуляризации. В то же время неинвазивные методы (КТ-ангиография) демонстрируют достаточную эффективность (чувствительность 82%) для динамического наблюдения, что соответствует последним рекомендациям ESC (2023 г.). Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дифференцированного выбора визуализационных методик в зависимости от клинического контекста: экстренные случаи требуют применения ангиографии с ВСУЗИ, тогда как послеоперационный мониторинг может осуществляться с помощью КТ-ангиографии.

Выявленные ограничения каждого метода (например, оператор-зависимость при проведении ЭхоКГ или артефакты движения при МР-ангиографии) указывают на важность дальнейшего совершенствования диагностических алгоритмов, включая развитие гибридных технологий.

Описание случая

Пациент М., 32 года, доставлен в экстренном порядке в отделение приемного покоя Няганской окружной больницы с диагнозом «острый инфаркт миокарда». При поступлении пациент активно предъявлял жалобы

на приступы сжимающей боли за грудиной. До последнего времени пациент считал себя здоровым, профессионально занимается хоккеем, вредные привычки отрицает, соматических заболеваний нет, наследственность не отягощена. Из анамнеза известно, что за пять дней до поступления в лечебно-хирургический комплекс (ЛХК), во время хоккейного матча, при встречном столкновении с соперником при проведении силового приема получил сильный удар локтем в область грудной клетки, после чего почувствовал жгучую боль за грудиной, которая постепенно самостоятельно купировалась в покое через 10 мин, без фармакологической поддержки. Пациент не придал этому событию должного значения; в ближайшем посттравматическом периоде (на следующий день) присоединилась одышка, слабость с вялотекущим умеренным болевым синдромом в левой половине грудной клетки, возникающая при физической нагрузке и исчезающая в покое. На 5-й день после полученной травмы самочувствие пациента резко ухудшилось, возникла острая боль за грудиной длительностью более 20 мин, не прекращающаяся в покое. Это стало причиной для вызова бригады скорой медицинской помощи, которая доставила пациента в отделение приемного покоя Няганской окружной больницы. На догоспитальном этапе была оказана помощь: нитроглицерин 0,4 мг (1 доза) сублингвально в форме спрея, ацетилсалициловая кислота 250 мг перорально, клопидогрел 300 мг, гепарин натрия 5000 ед в/в, морфина гидрохлорид 1% – 1,0 мл (10 мг) внутривенно медленно дробно; болевой синдром полностью не купировался.

При поступлении состояние пациента средней степени тяжести. При осмотре грудная клетка правильной формы, симметричная, обе половины одинаково участвуют в акте дыхания, преимущественно слева от груди-

ны, по стеральной и парастеральной линии, имеется гематома мягких тканей размером 13×15 см, с нечеткими и размытыми краями. При пальпации определяется болезненность зоны гематомы. Подкожной эмфиземы, крепитации, патологической подвижности не выявлено. Тоны сердца удовлетворительной звучности, ритмичные, ясные. Пульс 65 уд/мин, хорошего наполнения и напряжения. Артериальное давление 110/70 мм рт. ст. Живот мягкий, безболезненный. При электрокардиографическом исследовании на фоне синусового ритма отмечена элевация сегмента ST в отведениях I, AVL, V1-V6 на 4 мм, и депрессия сегмента ST в отведениях III, AVF на 2 мм (рис. 1).

Учитывая ЭКГ-картину острого инфаркта миокарда с элевацией сегмента ST по передней стенке левого желудочка, пациент в экстренном порядке транспортирован в катетеризационную лабораторию для проведения коронароангиографии. После того, как пациент был доставлен в рентгенооперационную, зафиксированы следующие витальные показатели: системное артериальное давление 130/80 мм рт. ст., ЧДД 18 в минуту, SpO₂=98%, ЧСС 72 уд/мин. На кардиомониторе фиксируется подъем сегмента ST в I стандартном отведении. Коронароангиографическое исследование выполнено дистальным (через анатомическую табакерку) трансрадиальным доступом справа, диагностическим билатеральным катетером Terumo Radifocus Optitorque BLK. На исходной коронарограмме выявлен правый доминантный тип кровоснабжения миокарда. Комплекс артерий системы ПКА интактный, без признаков атеросклеротического поражения. При обследовании системы ЛКА выявлен тотальный окклюзирующий блок по типу стойкой тромботической «ампутации» среднего сегмента бассейна передней межжелудоч-

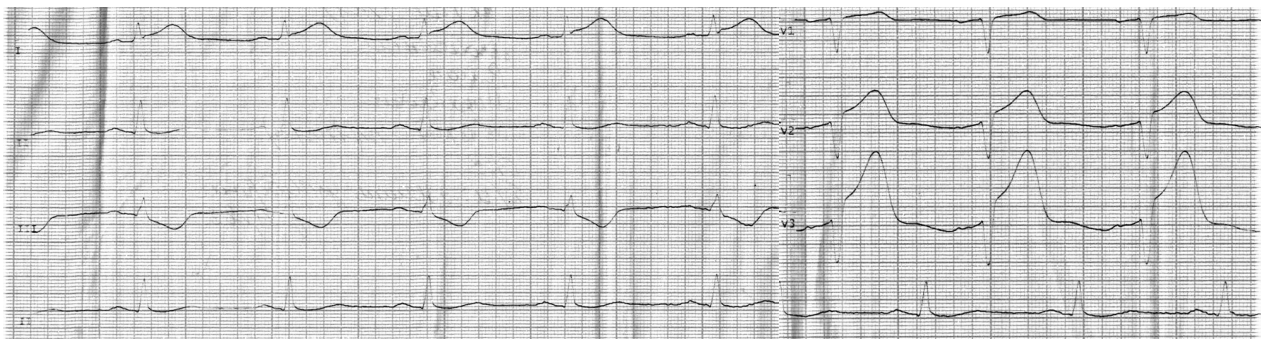


Рис. 1. Исходная электрокардиография

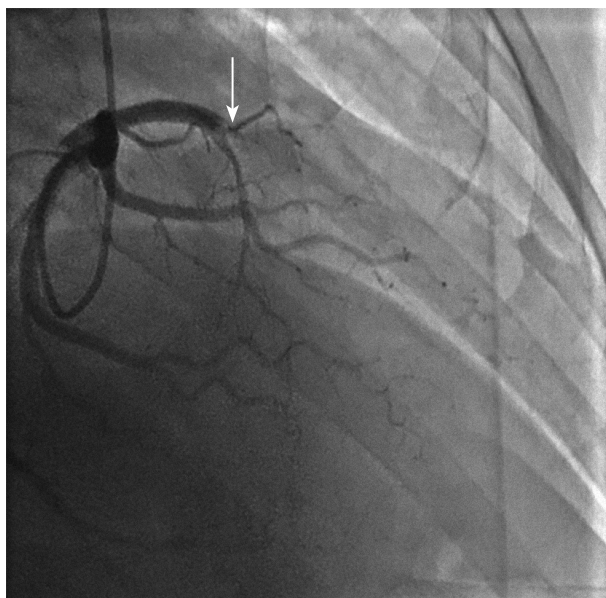


Рис. 2. Исходная коронароангиография системы ЛКА. В позиции среднего сегмента бассейна ПМЖА визуализируется тотальный окклюзирующий блок (указано стрелкой), дистальный эпикардиальный кровоток TIMIfg-0

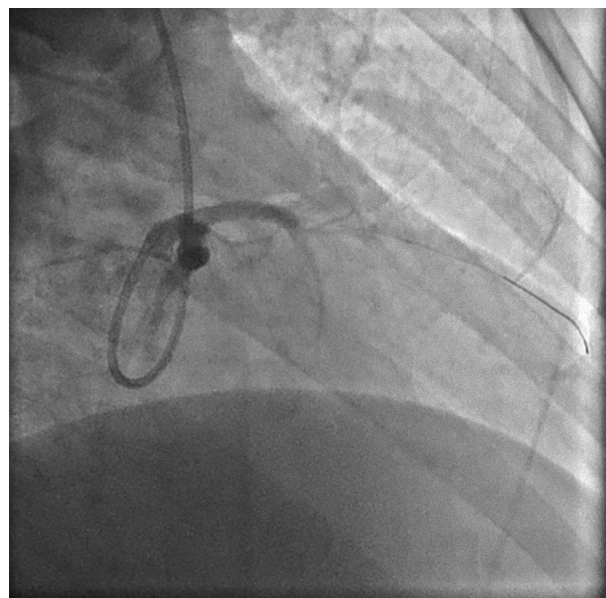


Рис. 3. Этап внутрисосудистой антеградной кроссинг-реканализации индексной точки ПМЖА

ковой артерии (ПМЖА) с ангиографическими признаками компрометации антеградного эпикардиального кровотока до уровня 0 по шкале TIMIfg (рис. 2). Без особых технических трудностей выполнена антеградная кроссинг-реканализация окклюзированного сегмента артерии (рис. 3) → баллонная ангиопластика + ВСУЗИ зоны интереса бассейна ПМЖА (рис. 4–6) → имплантация баллонорасширяемого стента Abbott Xience Alpine D4,0×L23 мм (DES) (рис. 7) → контрольная АГ (финальный результат) (рис. 8). После проведенной реваскуляризации миокарда на кардиомониторе отмечается положительная динамика в виде резолюции сегмента ST на изолинию.

После оперативного лечения пациент в стабильном состоянии транспортирован для дальнейшего динамического наблюдения в отделение кардиологии. Медиана времени с момента поступления пациента в отделение приемного покоя ЛХК и ликвидации артериального «ареста» составила 35 мин. Суммарный объем использованного рентгенконтрастного вещества омнипак-350 – 90 мл. В рамках динамического наблюдения за состоянием пациента в раннем послеоперационном периоде после перенесенного экстренного оперативного вмешательства было выполнено повторное электрокардиографическое исследование: ритм синусовый, ЧСС

66 уд/мин, сегмент ST приближается к изолинии в отведениях V1-V4 (рис. 9).

При эхокардиографическом исследовании сердца расширения его полостей не выявлено, сократительная способность ЛЖ сохранена (ФБ 70%), выявлен умеренный гипокинез верхушечных и средних сегментов передней стенки и перегородки левого желудочка. Получены следующие данные кардиоспецифических ферментов: высокочувствительный тропонин I – 23,935 пг/мл (норма 0–19,8). Показатели общего анализа крови без особенностей. На рентгенограмме органов грудной клетки перелома ребер не обнаружено. В послеоперационном периоде пациент наблюдался в отделении кардиологии с диагнозом «острый посттравматический инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST переднеперегородочной стенки левого желудочка». На базе кардиологического отделения пациент принимал комплексную базисную терапию в соответствии с отечественными и международными рекомендациями, стандартную антиагрегантную терапию. За время пребывания в стационаре состояние пациента оставалось удовлетворительным, боль в области сердца не возобновлялась, центральная гемодинамика стабильная. Пациент был выписан из стационара под наблюдение кардиолога поликлиники с рекомендациями продолжить

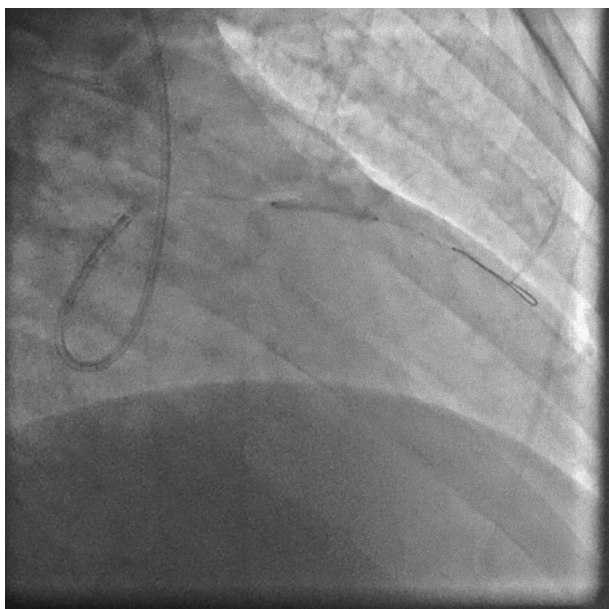


Рис. 4. Момент проведения баллонной ангиопластики зоны реканализованной окклюзии баллоном высокого давления Abbott miniTREK NC D2,0×L20 мм

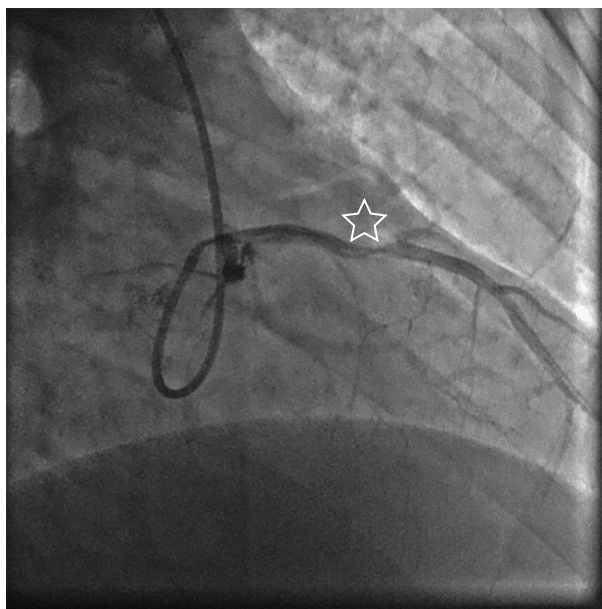


Рис. 5. Промежуточный АГ-результат после выполненной ТБКА: отмечается восстановление антеградного эпикардального кровотока до уровня TIMIfg-2, переход на этап ВСУЗИ (зона интереса в рамках ВСУЗИ среднего сегмента бассейна ПМЖА отмечена звездочкой)

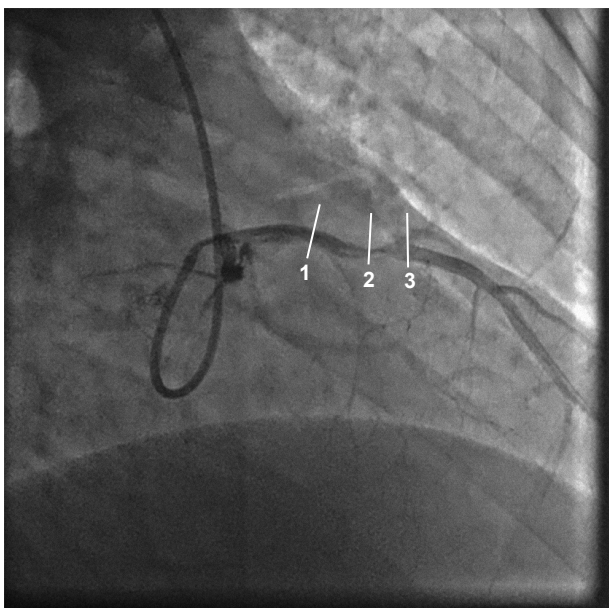
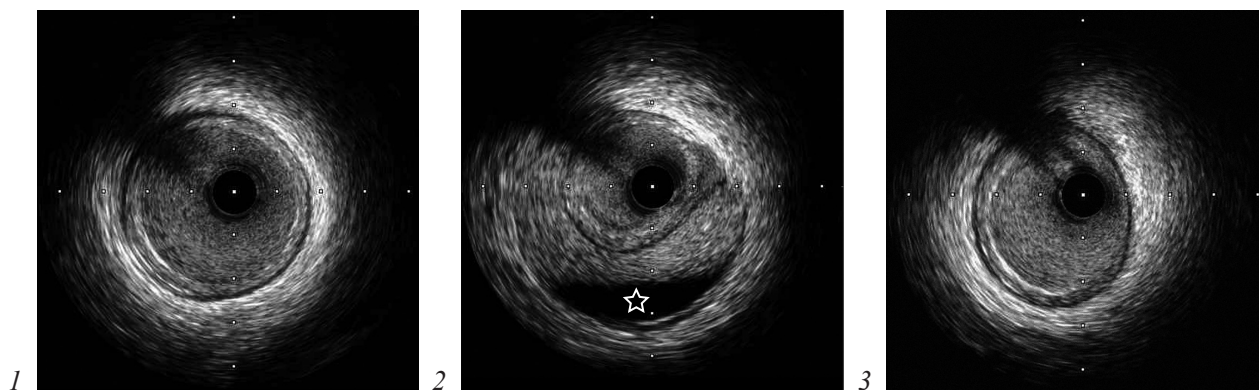


Рис. 6. Сегменты бассейна ПМЖА, подвергшиеся ультразвуковому сканированию:

1 – проксимальный референсный сегмент бассейна ПМЖА; 2 – интрамуральная гематома – гипоэхогенное скопление за пределами комплекса интима–медиа как следствие травматической диссекции среднего сегмента бассейна ПМЖА (указана звездочкой); 3 – дистальный референсный сегмент бассейна ПМЖА



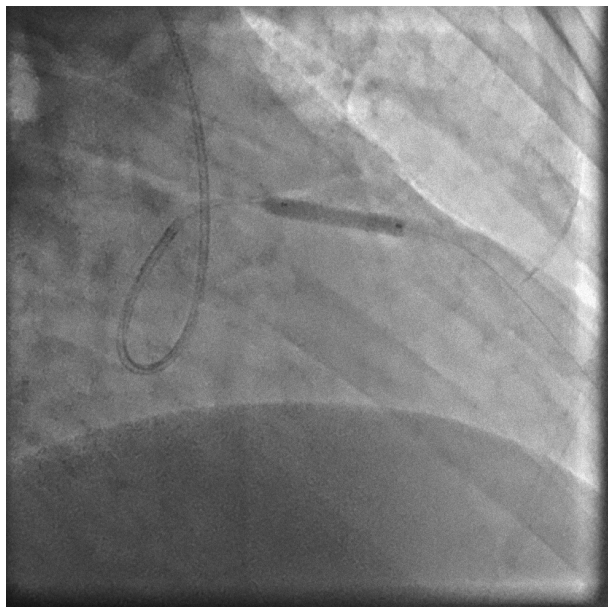


Рис. 7. Имплантация баллонорасширяемого стента Abbott Xience Alpine D4,0×L23 мм в позицию среднего сегмента бассейна ЛМЖА



Рис. 8. Финальная коронароангиография. Отмечается оптимально достигнутый ангиографический результат с полным восстановлением антеградного кровотока

прием лекарственных препаратов, подобранных в стационаре.

Обсуждение

Травматическая диссекция коронарной артерии, возникшая вследствие спортивной травмы грудной клетки, представляет собой сложную диагностическую и терапевтическую задачу ввиду отсутствия патогномичных клинических признаков и вариабельности патофизиологических механизмов. Согласно по-

следним рекомендациям Европейского общества кардиологов (ESC, 2023) и Американской ассоциации сердца (AHA, 2023), ключевым фактором в развитии ТДКА является резкое повышение интракоронарного давления в момент удара, приводящее к надрыву интимы с последующим формированием ложного просвета, что подтверждается данными внутрисосудистой визуализации (ОКТ, ВСУЗИ).

Важным аспектом обсуждения остается выбор оптимальной стратегии лечения: консервативная терапия антитромботическими

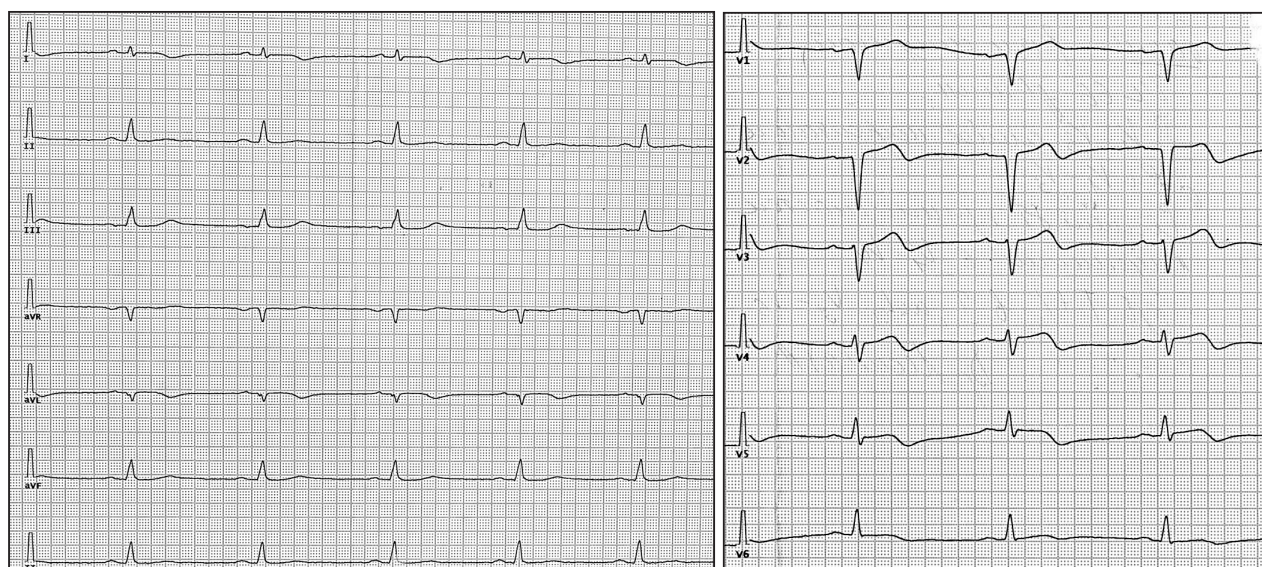


Рис. 9. Электрокардиограмма, снятая в динамике после проведенного экстренного ЧКВ

препаратами (аспирин, клопидогрел) рекомендуется при стабильном состоянии пациента и отсутствии признаков ишемии, тогда как инвазивные вмешательства (стентирование, аортокоронарное шунтирование) показаны при прогрессирующей диссекции или окклюзии сосуда. Особого внимания заслуживает дифференциальная диагностика ТДКА с острым коронарным синдромом атеросклеротического генеза, поскольку ошибки в интерпретации ангиографической картины могут привести к неадекватному лечению, что подчеркивается в рекомендациях Общества сердечно-сосудистой ангиографии и интервенций (SCAI, 2022).

В контексте спортивной медицины актуальным остается вопрос о сроках возобновления физических нагрузок: текущие клинические протоколы (ACSM, 2023) предполагают обязательное проведение нагрузочных тестов и контрольной визуализации перед допуском к тренировкам. Роль генетической предрасположенности к расслоению артерий (например, при синдромах соединительнотканной дисплазии) требует дальнейшего изучения, однако уже сейчас рекомендуется скрининг на маркеры фиброзно-мышечной дисплазии у пациентов с рецидивирующими диссекциями. Перспективным направлением исследований является применение искусственного интеллекта для анализа ангиографических изображений с целью раннего выявления признаков расслоения, что особенно актуально в условиях ограниченного времени при оказании экстренной помощи.

Несмотря на достижения в интервенционной кардиологии, летальность при ТДКА остается высокой (до 25% по данным регистров), что диктует необходимость мультидисциплинарного подхода с участием кардиологов, травматологов и реаниматологов. Важным аспектом является также медико-социальная реабилитация пациентов, перенесших ТДКА, включая психологическую поддержку и коррекцию факторов риска, поскольку стресс и гипертензия могут способствовать рецидиву. Разработка международного регистра случаев ТДКА вследствие спортивных травм могла бы способствовать стандартизации диагностических и лечебных алгоритмов, что особенно важно для редкой патологии с потенциально катастрофическими последствиями.

Заключение

В настоящей работе представлен персонализированный анализ клинического случая возникновения диссекции интимы КА при непораженной атеросклеротическим процессом сосудистой стенке вследствие сильного удара локтем в область грудной клетки в момент проведения силового приема (спортивная травма). Полученные данные можно трактовать как признаки травматического поражения сердца с ангиографическим подтверждением посттравматической тотальной окклюзии среднего сегмента бассейна ПМЖА с формированием травматического инфаркта миокарда. Развитие клинической картины было отсроченным на относительно короткое время – 5 сут. Болезнь дебютировала признаками ангинальной боли по типу стенокардии напряжения II функционального класса с последующим развитием острого состояния, которое потребовало экстренного оперативного вмешательства.

Травматическая диссекция коронарной артерии, индуцированная спортивной травмой грудной клетки, остается критически важной междисциплинарной проблемой, требующей повышенной настороженности со стороны медицинских специалистов ввиду потенциально катастрофических последствий. Современные клинические рекомендации (ESC 2023, АНА 2023) подчеркивают необходимость экстренной коронарной ангиографии при любом подозрении на ТДКА, особенно у молодых спортсменов без традиционных факторов сердечно-сосудистого риска, с обязательным применением методов внутрисосудистой визуализации (ОКТ, ВСУЗИ) для точной верификации протяженности и характера повреждения сосудистой стенки. На основании анализа последних клинических данных можно заключить, что стратегия лечения должна быть индивидуализирована: консервативный подход оправдан при стабильных дистальных диссекциях без признаков ишемии, тогда как проксимальные поражения основных стволов требуют немедленного чрескожного коронарного вмешательства с имплантацией стентов с лекарственным покрытием. Особую значимость приобретает разработка четких алгоритмов посттравматического мониторинга, включающего серийную оценку

кардиальных биомаркеров, ЭКГ-динамики и данных эхокардиографии, что отражено в обновленных позиционных документах SCAI (2024). Перспективным направлением представляется внедрение протоколов стратификации риска с использованием шкал, учитывающих механизм травмы, локализацию диссекции и показатели гемодинамики, что может улучшить исходы у данной категории пациентов. Важнейшим аспектом является создание мультидисциплинарных экспертных групп, способных оперативно принимать решения в сложных клинических ситуациях, особенно при комбинированных травмах. Накопленные данные свидетельствуют о необходимости длительного (не менее 12 мес) антиагрегантного лечения после стентирования и пожизненного динамического наблюдения с контролем процессов ремоделирования коронарных артерий. В контексте спортивной медицины особую актуальность приобретают вопросы первичной профилактики, включающие модификацию правил контактных видов спорта и совершенствование защитного оборудования.

Проведенный анализ подтверждает, что дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение долгосрочных исходов и разработку персонализированных подходов к реабилитации спортсменов, перенесших ТДКА. Следует подчеркнуть, что улучшение прогноза при данной патологии возможно только при условии интеграции современных диагностических технологий, своевременной инвазивной стратегии и строгого соблюдения принципов вторичной профилактики.

Литература/References

1. Saw J., Humphries K.H., Aymong E., Sedlak T., Prakash R., Starovoytov A., Mancini G.B.J. Spontaneous coronary artery dissection: clinical outcomes and risk of recurrence. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70 (9): 1148–1158. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.06.053
2. Dang Q., Othman F., Sheahen B., Marschner S., Psaltis P., Al-Lamee R.K., Szirt R. et al. Regional and temporal variations of spontaneous coronary artery dissection care according to consensus recommendations: a systematic review and meta-analysis. *Open Heart.* 2023; 10 (2): e002379. DOI: 10.1136/openhrt-2023-002379
3. Hering D., Piper C., Hohmann C., Schultheiss H.P., Horstkotte D. Prospective study of the incidence, pathogenesis and therapy of spontaneous, by coronary angiography diagnosed coronary artery dissection [article in German]. *Z. Kardiol.* 1998; 97 (9): 619–627. DOI: 10.1007/s003920050253
4. Alfonso F., Canales E., Aleong G. Spontaneous coronary artery dissection: diagnosis by optical coherence tomography. *Eur. Heart J.* 2009; 30 (3): 385. DOI: 10.1093/eurheartj/ehn441
5. Saw J., Aymong E., Mancini G.B.J., Sedlak T., Starovoytov A., Ricci D. Nonatherosclerotic coronary artery disease in young women. *Can. J. Cardiol.* 2014; 30 (7): 814–819. DOI: 10.1016/j.cjca.2014.01.011
6. Nishiguchi T., Tanaka A., Ozaki Y., Taruya A., Fukuda Sh., Taguchi H. et al. Prevalence of spontaneous coronary artery dissection in patients with acute coronary syndrome. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care.* 2016; 5 (3): 263–270. DOI: 10.1177/2048872613504310
7. Alfonso F., Paulo M., Lennie V., Dutary J., Bernardo E., Jiménez-Quevedo P. et al. Spontaneous coronary artery dissection: long-term follow-up of a large series of patients prospectively managed with a “conservative” therapeutic strategy. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2012; 5 (10): 1062–1070. DOI: 10.1016/j.jcin.2012.06.014
8. Havakuk O., Goland S., Mehra A., Elkayam U. Pregnancy and the risk of spontaneous coronary artery dissection: an analysis of 120 contemporary cases. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (3): e004941. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.004941
9. Saw J., Humphries K., Aymong E., Sedlak T., Prakash R., Starovoytov A., Mancini G.B.J. Spontaneous coronary artery dissection: clinical outcomes and risk of recurrence. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70 (9): 1148–1158. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.06.053

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.133.3-089.819.5

Эндоваскулярное лечение сочетанной патологии внутренней сонной артерии у пациента с рецидивирующими транзиторными ишемическими атаками

Е.С. Суслов¹✉, А.И. Белый^{1,2}, В.В. Ефимов¹, А.Н. Федорченко^{1,2}, В.А. Порханов^{1,2}

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

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

✉ **Суслов Евгений Сергеевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-5662-1864, e-mail: e_suslov@inbox.ru

Белый Антон Игоревич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, ассистент; orcid.org/0000-0002-3385-9247

Ефимов Виталий Владимирович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-4392-7848

Федорченко Алексей Николаевич, д-р мед. наук, заведующий отделением, ассистент, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-5589-2040

Порханов Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, академик РАН, профессор, главный врач НИИ ККБ № 1 им. профессора С.В. Очаповского, заведующий кафедрой, торакальный хирург; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Резюме

Лечение стенотического поражения шейного отдела внутренней сонной артерии (ВСА) является одной из наиболее актуальных проблем современной сосудистой хирургии. В большинстве случаев к сужению просвета артерии приводит атеросклеротическое поражение сосудистой стенки. Для лечения данной патологии используется каротидная эндартерэктомия (КЭЭ) как метод открытой хирургии либо эндоваскулярное вмешательство – стентирование ВСА. Согласно клиническим рекомендациям, КЭЭ в подавляющем большинстве случаев является методом выбора. Однако с каждым годом развитие эндоваскулярной хирургии сокращает этот разрыв. Открытое вмешательство требует общей анестезии и более длительного нахождения пациента в клинике, также есть определенные сложности при проведении повторных вмешательств. Эндоваскулярное вмешательство способствует более быстрой реабилитации пациента, не требует общей анестезии, не ограничивает хирурга в повторных эндоваскулярных вмешательствах, однако стоит отметить необходимость назначения пациенту антиагрегантной терапии, что может ограничивать возможности применения стентирования ВСА. Оба вида вмешательства направлены на восстановление проходимости просвета артерии, и при выборе подхода к лечению пациента необходимо руководствоваться клиническими рекомендациями, а также учитывать анатомические особенности пациента и сопутствующую патологию. В клинической практике встречаются пациенты со стенозом в шейном сегменте ВСА и интракраниальной аневризмой ипсилатеральной ВСА, что сразу выносит данного пациента за рамки рекомендаций и ставит такие клинические случаи на стыке двух специальностей, таких как сосудистая хирургия и нейрохирургия. И в подобных ситуациях требуется индивидуальный подход для выбора наиболее безопасного метода лечения и способа вмешательства, который обеспечит лучшие краткосрочные и отдаленные результаты. В нашей статье мы хотим отразить актуальность проблемы сочетанного поражения ВСА и наш опыт эндоваскулярного лечения пациента со стенотическим и аневризматическим поражением ВСА.

Ключевые слова: стентирование, интракраниальная аневризма, сочетанное поражение

Для цитирования: Суслов Е.С., Белый А.И., Ефимов В.В., Федорченко А.Н., Порханов В.А. Эндоваскулярное лечение сочетанной патологии внутренней сонной артерии у пациента с рецидивирующими транзиторными ишемическими атаками. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 243–249. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-243-249

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.05.2025
Принята к печати 24.05.2025

Endovascular treatment of combined pathology of the internal carotid artery in a patient with recurrent transient ischemic attacks

E.S. Suslov¹✉, A.I. Belyy^{1,2}, V.V. Efimov¹, A.N. Fedorchenko^{1,2}, V.A. Porkhanov²

¹ Research Institution – Regional Clinic Hospital # 1 named after S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

✉ **Evgeniy S. Suslov**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5662-1864, e-mail: e_suslov@inbox.ru

Anton I. Belyy, Endovascular Surgeon, Assistant Professor; orcid.org/0000-0002-3385-9247

Vitaliy V. Efimov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-4392-7848

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

Vladimir A. Porkhanov, Dr. Med. Sci., Academician of RAS, Professor, Chief Physician of RCH # 1 named after S.V. Ochapovsky, Chief of Chair, Thoracic Surgeon; orcid.org/0000-0003-0572-1395

Abstract

Treatment of stenosis lesions of the cervical internal carotid artery (ICA) is one of the most pressing issues in modern vascular surgery. In most cases, atherosclerotic lesions of the vascular wall lead to narrowing of the artery lumen. Carotid endarterectomy (CEA) is used to treat this pathology as an open surgical method, or endovascular intervention – ICA stenting. According to clinical guidelines, CEA is the method of choice in the vast majority of cases. However, the development of endovascular surgery is narrowing this gap every year. Open intervention requires general anesthesia, a longer stay of the patient in the clinic, and there are certain difficulties in carrying out repeated interventions. Endovascular intervention promotes faster rehabilitation of the patient, does not require general anesthesia, does not limit the surgeon in repeated endovascular interventions, but it is worth noting the need to prescribe antiplatelet therapy to the patient, which may limit the possibilities of using ICA stenting. Both types of intervention are aimed at restoring the patency of the artery lumen, and when choosing an approach to treating a patient, it is necessary to be guided by clinical recommendations, as well as take into account the anatomical features of the patient and concomitant pathology. In clinical practice, there are patients with stenosis in the cervical segment of the ICA and intracranial aneurysm of the ipsilateral ICA, which immediately takes this patient beyond the scope of “recommendations” and places such clinical cases at the junction of two specialties, such as vascular surgery and neurosurgery. Moreover, in such situations, an individual approach is required to select the safest method of treatment, as well as to select the method of intervention that will provide the best short-term and long-term results.

In our article, we want to reflect the relevance of the problem of combined damage to the ICA and our experience in endovascular treatment of a patient with stenosis and aneurysmal damage to the ICA.

Keywords: stenting, intracranial aneurysm, combined lesion

For citation: Suslov E.S., Belyy A.I., Efimov V.V., Fedorchenko A.N., Porkhanov V.A. Endovascular treatment of combined pathology of the internal carotid artery in a patient with recurrent transient ischemic attacks. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 243–249 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-243-249

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

Received May 15, 2025

Accepted May 24, 2025

Введение

Среди нескольких типов цереброваскулярных заболеваний ишемический инсульт (ИИ) является наиболее распространенным, примерно 15–20% всех ИИ происходят из-за атеросклеротического стеноза сонной артерии (СА), особенно внутренней сонной артерии (ВСА). Значительный стеноз СА наблюдается примерно у 0,5% пациентов в возрасте 60–79 лет, в то время как в возрасте 80 лет и старше он наблюдается примерно у 10% пациентов [1]. Признанный метод хирургического лечения пациентов с симптомами умеренного или тяжелого стеноза СА или бессимптомных пациентов с тяжелым стенозом – каротидная эндартерэктомия (КЭЭ) [2]. Однако стентирование ВСА является хорошей альтернативой и в некоторых случаях может быть методом выбора для лечения стено-

тического поражения [3]. Согласно данным литературы, у пациентов с гемодинамически значимыми поражениями прецеребральных артерий ангиография выявляет в 5% случаев внутричерепную аневризму, а в 1,8–3,2% – ипсилатеральную аневризму со стенозом ВСА [4–6]. Стандартный метод лечения внутричерепных аневризм – хирургическое клипирование. До недавнего времени эндоваскулярное лечение применялось только у пациентов, у которых аневризма не подходила для клипирования из-за размера или расположения, либо у тех, кому хирургическое клипирование было противопоказано [7]. Однако с развитием технологий, применяемых в эндоваскулярной хирургии, для лечения аневризм все чаще применяется метод эмболизации; в некоторых клиниках эмболизация теперь предлагается в качестве основного метода лечения [8, 9].

В данной статье мы хотим продемонстрировать клинический случай лечения пациентки с рецидивирующими транзиторными ишемическими атаками (ТИА) в правом каротидном бассейне (пКБ), имеющей в анамнезе геморрагический инсульт (ГИ).

Описание случая

Пациентка М., 65 лет, обратилась в приемное отделение Научно-исследовательского института – Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского с жалобами на выраженную общую слабость, онемение в левой половине лица, онемение и слабость в левых конечностях, неловкость движений в левой руке. Данные клинические симптомы эпизодически беспокоят в течение последней недели, длительностью до 1,5 ч. Также из анамнеза известно, что пациентка перенесла ГИ около 5 мес назад, пациентка страдает ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью. Неврологический статус: дизартрия, мышечный тонус в левых конечностях снижен, мышечная сила в левых конечностях снижена до 3 баллов, левосторонняя гемипарезия. Выполнены дополнительные исследования. Общеклинические анализы крови и мочи без патологии. По данным компьютерной томографии (КТ) головного мозга (ГМ) очагового и объемного поражения ГМ не выявлено. ASPECTS 10 баллов.



Рис. 1. Стеноз правой ВСА (указан стрелкой)

При контрастировании сосудов шеи выявлен стеноз 90% в шейном сегменте правой ВСА. Данных, свидетельствующих об аневризматической болезни, не получено. Выставлен диагноз: рецидивирующие ТИА в пКБ. Ранний восстановительный период ГИ. Ввиду наличия ГИ в анамнезе и отсутствия контрастирования аневризм при проведении КТ решено выполнить прямую церебральную ангиографию (АГ). Пациентка доставлена в рентгенооперационную. Под местной анестезией пунктирована правая общая бедренная артерия, установлен интродьюсер 5 F. Выполнена АГ: определяется стеноз 90% в шейном сегменте правой ВСА (рис. 1), также определяется аневризма супраклиноидного отдела ипсилатеральной ВСА, округлой формы, размерами 3×4 мм, шейка 3,5 мм, ориентирована кзади и книзу (рис. 2). С учетом наличия клиники ТИА в пКБ, а также ГИ в анамнезе принято решение об одномоментном лечении стенотического и аневризматического поражения ВСА эндоваскулярными методами.

Смена интродьюсера на 7 F. Внутривенно введено 5000 МЕ гепарина натрия (80 МЕ/кг). Проводниковый катетер 7 F заведен в правую общую сонную артерию (ОСА). С использованием средства дистальной противоземблической защиты в место стеноза произведена имплантация саморасширяющегося стента с закрытым типом ячейки с позиционированием ВСА-ОСА. Выполнена однократная ди-



Рис. 2. Аневризма супраклиноидного отдела правой ВСА (указана стрелкой)



Рис. 3. Правая ВСА после имплантации стента

латация места имплантированного стента баллонным катетером 5,5×20 мм под давлением до 8 атм. Просвет артерии восстановлен (рис. 3). Вторым этапом принято решение об эмболизации полости аневризмы. Ввиду широкой шейки аневризмы решено проводить вмешательство с использованием техники стент-ассистенции. Микропроводник 0,014" заведен в М1 сегмент правой средней мозговой артерии. При помощи второго микропроводника 0,014" микрокатетер для доставки спиралей заведен в полость аневризмы. Затем в проекцию аневризмы с перекрытием шейки

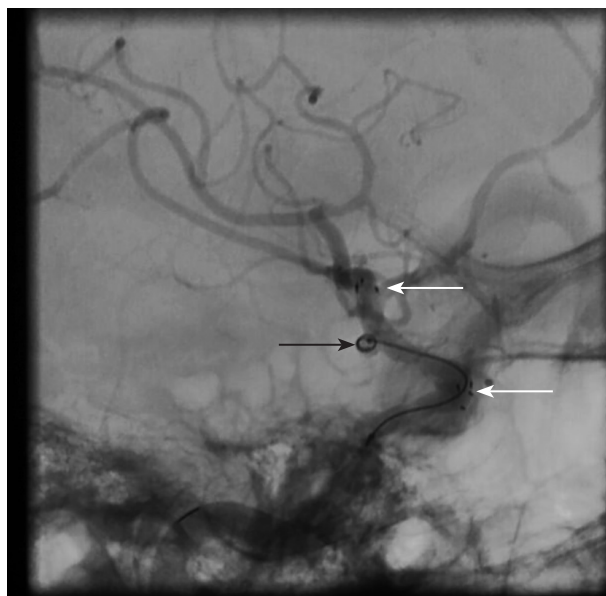


Рис. 4. Эмболизация аневризмы микроспиралями с применением стент-ассистенции (черной стрелкой указан микрокатетер и виток микроспирали, белыми стрелками – проксимальные и дистальные метки имплантированного стента)

выполнена имплантация саморасширяющегося стента 4,0×20 мм. В последующем выполнена эмболизация аневризмы микроспиралями (рис. 4). На контрольной ангиографии полость аневризмы не контрастируется (тип А), места имплантации стентов проходимы, без признаков диссекций и дистальной эмболии (рис. 5). Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациентка выписана на 5-е сутки в удовлетворительном состоянии.



Рис. 5. Цифровая субтракционная ангиография бассейна правой ВСА в боковой (а) и прямой (б) проекциях после эмболизации аневризмы

Обсуждение

В настоящее время, ввиду малого количества пациентов с сочетанием этих двух патологий, какие-либо исследования и рекомендации о тактике ведения отсутствуют [10]. Подходя к решению данной задачи и определению тактики, мы изначально разложили сложное уравнение на простые. Первично решили рассмотреть стеноз, который стал причиной обращения пациента за помощью. Согласно рекомендациям ЕОК/ЕОСХ 2017 г., национальным рекомендациям 2017 г., а также учитывая данные исследований CREST, EVA-3S, SPACE, ICSS, пациентке в качестве выбора лечения стенотического поражения ВСА с клиникой ТИА показано проведение КЭЭ. В то же время, если принимать во внимание GUIDELINE AHA/ASA 2021, исследование SAPHIRE, анатомические особенности, можно рассматривать стентирование ВСА как первую линию помощи.

Однако, имея в анамнезе данные за ГИ, требовалось оценить риск повторного разрыва имеющейся аневризмы после проведения ревазуляризации, что являлось вторым составляющим данного уравнения. Полученные нами данные в открытых источниках утверждают, что ревазуляризация ВСА не повышает риск разрыва интракраниальной аневризмы [11–13], но встречаются единичные публикации, свидетельствующие о разрыве аневризмы после восстановления кровотока [14, 15]. Наличие ранее рвавшейся аневризмы, размер аневризмы более 3 мм [16] и ожидаемая продолжительность жизни более 12 лет [17] говорят о необходимости исключения аневризмы из кровотока. Для определения метода лечения аневризмы мы обратились к таким крупным исследованиям, как «Анализ лечения неразорвавшихся аневризм с помощью эндоваскулярного подхода» (ATENA), «Клинические и анатомические результаты лечения разорвавшихся внутричерепных аневризм» (CLARITY) и «Исследование разорвавшихся аневризм Барроу» (BRAT). Также во внимание были приняты клинические рекомендации по ведению пациентов, страдающих аневризматической болезнью сосудов ГМ [18, 19].

Опираясь на данные литературы и анамнеза пациентки, мы приняли решение, что для лечения данной аневризмы предпоч-

тительно использовать эндоваскулярный подход. После решения полученных нами простых уравнений было рассмотрено несколько вариантов ведения пациентки, как этапное лечение, так и возможность одномоментного вмешательства. Многие клиники используют этапный подход к лечению данной группы пациентов. Первым этапом проводится стентирование ВСА, а через 3 нед тщательного наблюдения за артериальным давлением проводят эндоваскулярное лечение аневризмы [10]. В пользу одномоментной ревазуляризации и исключения аневризмы из кровотока могут говорить данные, что риск повторного разрыва аневризмы в течение 6 мес равен 50% [20]. Учитывая это, можно сделать вывод, что после стентирования откладывание вмешательства по поводу аневризмы несет повышенные риски пациенту, как ввиду высокого риска повторного разрыва, так и увеличения тяжести кровоизлияния ввиду проведения двойной антиагрегантной терапии. Напротив, проведение одноэтапного лечения снижает риск разрыва аневризмы на фоне увеличенного кровотока в данном бассейне [21].

Какие еще данные могут нам говорить о проведении одномоментного лечения как о предпочтительной тактике лечения? U.A. Khan et al. в своем исследовании утверждает, что из 70 пациентов с сочетанием асимптомной аневризмы и стеноза, пролеченных методом КЭЭ, субарахноидальное кровоизлияние в течение месяца произошло в 4% случаях, в 2 – наблюдался летальный исход. Также авторы указывают на факторы, повышающие риск разрыва ипсилатеральной аневризмы после проведения ревазуляризации: женский пол, возраст старше 60 лет, аневризма задней соединительной артерии [22]. J.C. Park et al. описывает 17 случаев одномоментного эндоваскулярного лечения стеноза ВСА методом стентирования и эмболизации ипсилатеральной внутричерепной аневризмы. У одного пациента было осложнение, связанное с процедурой: острый тромбоз внутри стента, а у другого – преждевременный разрыв аневризмы [23].

Опираясь на все полученные нами данные, мы приняли решение о проведении одномоментного лечения как стенотического, так и аневризматического поражения ВСА, используя эндоваскулярный подход.

Заклучение

Сочетание стенотического и аневризматического поражений ипсилатеральной ВСА на данный момент является камнем преткновения для определения тактики лечения данной когорты пациентов. Сочетание данных факторов ставит решение обозначенной проблемы на стыке нескольких специальностей, что требует индивидуального подхода к пациенту и определения тактики и этапов лечения. Анализируя данные исследованной нами литературы и опыт нашего центра, можно заключить, что с развитием технологий и приобретением опыта в лечении данных пациентов эндоваскулярные методы лечения могут оказаться ключом к решению всех проблем, которые стоят перед хирургами в настоящее время. Однако необходимо заметить, что требуется проведение больших рандомизированных исследований, глубокий анализ и сбор статистики случаев лечения, а также наблюдение, как за краткосрочными, так и за отдаленными результатами.

Литература/References

- Park J.H., Lee J.H. Carotid artery stenting. *Korean Circ. J.* 2018; 48 (2): 97–113. DOI: 10.4070/kcj.2017.0208
- Oki S., Ito M., Gekka M., Yamauchi T., Fujimura M. Carotid endarterectomy for severely curved internal carotid artery. *JMA J.* 2023; 6 (4): 548–551. DOI: 10.31662/jmaj.2023-0033
- Müller M.D., Lyrer P., Brown M.M., Bonati L.H. Carotid artery stenting versus endarterectomy for treatment of carotid artery stenosis. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2020; 2 (2): CD000515. DOI: 10.1002/14651858.CD000515.pub5
- Kaçar E., Nas Ö.F., Erdoğan C., Hakyemez B. Single-stage endovascular treatment in patients with severe extracranial large vessel stenosis and concomitant ipsilateral unruptured intracranial aneurysm. *Diagn. Interv. Radiol.* 2015; 21 (6): 476–482.
- Khan U.A., Thapar A., Shalhoub J., Davies A.H. Risk of intracerebral aneurysm rupture during carotid revascularization. *J. Vasc. Surg.* 2012; 56 (6): 1739–1747.
- Bouri S., Thapar A., Shalhoub J., Jayasooriya G., Fernando A. et al. Hypertension and the post-carotid endarterectomy cerebral hyperperfusion syndrome. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2011; 41 (2): 229–237.
- Brilstra E.H., Rinkel G.J.E., van der Graaf Y., van Rooij W.J.J., Algra A. Treatment of intracranial aneurysms by embolization with coils. A systematic review. *Stroke.* 1999; 30 (2): 470–476. DOI: 10.1161/01.STR.30.2.470
- Cognard S., Pierrot L., Boulin A., Wei A., Toevi M., Castaings L., Rey A., Moret J. Intracranial aneurysms: endovascular treatment with mechanical removable coils in 60 aneurysms. *Radiology.* 1997; 202: 783–792.
- Moret J., Pierrot L., Boulin A., Castaings L., Rey A. Endovascular treatment of anterior communicating artery aneurysms with removable Guglielmi coils. *Neuroradiology.* 1996; 38: 800–805.
- Korotkikh A.V., Nekrasov D.A., Khilchuk A.A., Scherbak S.G., Sarana A.M. Simultaneous internal carotid artery stenosis and ipsilateral anterior communicating artery saccular aneurysm treatment: a case report. *Radiol. Case Rep.* 2020; 15 (7): 1083–1086. DOI: 10.1016/j.radcr.2020.05.010
- Suh B.Y., Yun W.S., Kwun W.H. Carotid artery revascularization in patients with concomitant carotid artery stenosis and asymptomatic unruptured intracranial artery aneurysm. *Ann. Vasc. Surg.* 2011; 25 (5): 651–655. DOI: 10.1016/j.avsg.2011.02.015
- Borkon M.J., Hoang H., Rockman C., Mussa F., Cayne N.S., Riles T. et al. Concomitant unruptured intracranial aneurysms and carotid artery stenosis: an institutional review of patients undergoing carotid revascularization. *Ann. Vasc. Surg.* 2014; 28 (1): 102–107. DOI: 10.1016/j.avsg.2013.06.013
- Yang X., Lu J., Qi P., Wang J., Hu S., Chen K., Wang D. Three-month outcome of carotid artery stenting in patients with/without coexistent unruptured intracranial aneurysms. *Cerebrovasc. Dis.* 2020; 49 (4): 382–387. DOI: 10.1159/000508473
- Siddiqui A., Vora N., Edgell R.C., Callison R.C., Kitchener J., Alshekhlee A. Rupture of a cerebral aneurysm following carotid endarterectomy. *J. Neurointerv. Surg.* 2012; 4 (5): e27. DOI: 10.1136/neurintsurg-2011-010091
- Kappelle L.J., Eliasziw M., Fox A.J., Barnett H.J. Small, unruptured intracranial aneurysms and management of symptomatic carotid artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Group. *Neurology.* 2000; 55 (2): 307–309. DOI: 10.1212/wnl.55.2.307
- Крылов В.В., Элиава С.С., Яковлев С.Б., Хейреддин А.С., Белоусова О.Б., Полунина Н.А. Клинические рекомендации по лечению неразорвавшихся бессимптомных аневризм головного мозга. *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко.* 2016; 80 (5): 124–135. DOI: 10.17116/невро2016805124-135
- Krylov V.V., Eliava S.S., Yakovlev S.B., Kheyreddin A.S., Belousova O.B., Polunina N.A. Clinical guidelines for treatment of unruptured asymptomatic brain aneurysms. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2016; 80 (5): 124–135 (in Russ.). DOI: 10.17116/невро2016805124-135
- Van Crevel H., Habbema J.D.F., Braakman R. *Neurology.* 1986; 36: 1335–1339.
- Клинические рекомендации по лечению неразорвавшихся внутричерепных аневризм головного мозга. Ассоциация нейрохирургов России; 2015. Clinical guidelines for the treatment of unexploded intracranial brain aneurysms. Association of Neurosurgeons of Russia; 2015 (in Russ.).
- Клинические рекомендации по лечению больных с субарахноидальным кровоизлиянием вследствие разрыва аневризм сосудов головного мозга. Ассоциация нейрохирургов России; 2012. Clinical recommendations for the treatment of patients with subarachnoid hemorrhage due to rupture of cerebral vascular aneurysms. Association of Neurosurgeons of Russia; 2012 (in Russ.).
- Крылов В.В., Годков И.М. Интраоперационные факторы риска в хирургии церебральных аневризм. *Нейрохирургия.* 2009; 2: 24–33.

- Krylov V.V., Godkov I.M. Intraoperative risk factors in surgery of cerebral aneurysms. *Neurosurgery*. 2009; 2: 24–33 (in Russ.).
21. Wajima D., Nakagawa I., Wada T., Nakase H. A trial for an evaluation of perianeurysmal arterial pressure change during carotid artery stenting in patients with concomitant severe extracranial carotid artery stenosis and ipsilateral intracranial aneurysm. *Turk. Neurosurg*. 2019; 29 (5): 785–788. DOI: 10.5137/1019-5149.jtn.20418-17.0
22. Khan U.A., Thapar A., Shalhoub J., Davies A.H. Risk of intracerebral aneurysm rupture during carotid revascularization. *J. Vasc. Surg.* 2012; 56 (6): 1739–1747. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.07.027
23. Park J.C., Kwon B.J., Kang H.S. et al. Single-stage extracranial carotid artery stenting and intracranial aneurysm coiling: technical feasibility and clinical outcome. *Interv. Neuroradiol.* 2013; 19 (2): 228–234. DOI: 10.1177/159101991301900213

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.13-005.6-089

Гибридные операции при остром артериальном тромбозе

*А.А. Щеголев^{1,2}, С.А. Папоян¹⁻⁴, К.С. Асатурян²✉, Д.Г. Громов^{1,2}, Г.Г. Шагинян^{2,4},
Д.Д. Сыромятников², Д.С. Амирханян^{1,2}*

¹ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева» ДЗ г. Москвы, Москва, Российская Федерация

³ ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента» ДЗ г. Москвы, Москва, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Щеголев Александр Андреевич, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой, врач-хирург; orcid.org/0000-0001-6427-4295

Папоян Симон Ашотович, д-р мед. наук, профессор кафедры, заведующий отделением, врач – сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-6207-4174

✉ **Асатурян Карен Сергеевич**, врач – сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-2389-058X, e-mail: karasaturyan@mail.ru

Громов Дмитрий Геннадьевич, д-р мед. наук, заведующий отделением, заведующий кафедрой; врач – сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-7500-4987

Шагинян Гия Гарегинович, лауреат премии Правительства РФ, заслуженный врач РФ, академик РАЕН и РАМТН, заведующий кафедрой, профессор кафедры, врач-нейрохирург; orcid.org/0000-0001-6636-4817

Сыромятников Даниил Дмитриевич, канд. мед. наук, врач – сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-6162-0981

Амирханян Давид Самсонович, ассистент кафедры, врач – сердечно-сосудистый хирург, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-5042-0204

Резюме

Острая ишемия нижних конечностей (ОИНК) представляет собой резкое снижение кровотока в конечностях из-за острой окклюзии периферических артерий или шунта, которое может привести к ампутации, независимо от основной причины, если не будет проведено соответствующее лечение. Исторически сложилось так, что открытая хирургическая реваскуляризация является основным методом выбора, благодаря быстрой реперфузии, особенно при IIb степени ишемии по Резерфорду. Гибридные вмешательства в сосудистой хирургии определяются как одновременное использование и открытых хирургических, и эндоваскулярных методов лечения в рамках одной операции. Данный метод лечения при многоэтажном атеросклеротическом поражении артерий нижних конечностей представляется достаточно безопасным и приемлемым методом лечения. Но при этом следует отметить, что в настоящий момент не существует единого алгоритма проведения гибридной операции на артериях нижних конечностей. В данной статье мы приведем примеры клинических случаев успешного лечения пациентов с ОИНК с помощью гибридных технологий.

Ключевые слова: острая ишемия нижних конечностей, гибридные вмешательства, эндоваскулярное лечение

Для цитирования: Щеголев А.А., Папоян С.А., Асатурян К.С., Громов Д.Г., Шагинян Г.Г., Сыромятников Д.Д., Амирханян Д.С. Гибридные операции при остром артериальном тромбозе. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 250–257. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-250-257

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 05.05.2025
Принята к печати 16.06.2025

Hybrid surgery for acute arterial thrombosis

*A.A. Shchegolev^{1,2}, S.A. Papoyan¹⁻⁴, K.S. Asaturyan²✉, D.G. Gromov^{1,2}, G.G. Shaginyan^{2,4},
D.D. Syromyatnikov², D.S. Amirkhanyan^{1,2}*

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

² F.I. Inozemtsev City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

³ Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management, Moscow, Russian Federation

⁴ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation

Aleksandr A. Shchegolev, Dr. Med. Sci., Professor, Chief of Chair, Surgeon; orcid.org/0000-0001-6427-4295

Simon A. Papoyan, Dr. Med. Sci., Professor of Chair, Head of Department, Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-6207-4174

✉ **Karen S. Asaturyan**, Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2389-058X, e-mail: karasaturyan@mail.ru

Dmitriy G. Gromov, Dr. Med. Sci., Head of Department, Chief of Chair; Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-7500-4987

Giya G. Shaginyan, Laureate of the Russian Government Prize, Honored Doctor of the Russian Federation, Academician of RANS and RAMS, Chief of Chair, Professor of Chair, Neurosurgeon; orcid.org/0000-0001-6636-4817

Daniil D. Syromyatnikov, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6162-0981

David S. Amirkhanyan, Cardiovascular Surgeon, Endovascular Surgeon, Assistant Professor; orcid.org/0000-0001-5042-0204

Abstract

Acute lower limb ischemia (ALI) is a sudden decrease in blood flow to the extremities due to acute occlusion of peripheral arteries or bypass grafts that may lead to amputation regardless of the underlying cause if not treated appropriately. Historically, open surgical revascularization has been the primary method of choice due to rapid reperfusion, especially in Rutherford grade IIb ischemia. Hybrid interventions in vascular surgery are defined as the simultaneous use of both open surgical and endovascular treatment methods in a single operation. This method of treatment for multi-stage atherosclerotic lesions of the arteries of the lower extremities seems to be a fairly safe and acceptable treatment method. However, it should be noted that at present there is no single algorithm for performing hybrid surgery on the arteries of the lower extremities. In this article, we will provide examples of clinical cases of successful treatment of patients with ALI using hybrid technologies.

Keywords: acute lower limb ischemia, hybrid interventions, endovascular treatment

For citation: Shchegolev A.A., Papoyan S.A., Asaturyan K.S., Gromov D.G., Shaginyan G.G., Syromyatnikov D.D., Amirkhanyan D.S. Hybrid surgery for acute arterial thrombosis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 250–257 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-250-257

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

Received May 05, 2025

Accepted June 16, 2025

Введение

Острая ишемия нижних конечностей (ОИНК) является одним из наиболее распространенных неотложных заболеваний в сосудистой хирургии, приводящих к высокой инвалидизации и смертности пациентов [1]. Частота смертности и ампутаций колеблется в пределах 16–42% и 11–37% соответственно [2, 3]. Исторически сложилось так, что открытая хирургическая реваскуляризация – основной метод выбора благодаря быстрой реперфузии, особенно при IIb степени ишемии по Резерфорду [4]. В последние годы, согласно различным литературным данным, эндоваскулярные вмешательства при атеросклеротическом поражении артерий нижних конечностей показали результаты проходимости артерий, сопоставимые с открытыми методами лече-

ния, при этом заболеваемость и смертность были достоверно ниже [5, 6].

Благодаря высокотехнологичным методам, появляется реальная возможность снижения количества ампутаций [7]. Однако, несмотря на это, спасение конечностей после ОИНК остается не на высоком уровне [8, 9]. Казалось бы, при классических эмболиях артерий хирургическое лечение должно быть методом выбора во всех учреждениях, однако следует иметь в виду, что в 36% случаев после хирургической эмболэктомии в артериальном русле остаются участки тромба или эмбола [10]. В последние годы в Японии, затем и в других странах стал доступен катетер Фогарти проводникового типа, так называемый двухпросветный баллонный катетер, позволяющий проводить интраоперационную селективную тромбозэмболэктомию под

флюороскопическим контролем, что привело к быстрой популяризации гибридных методов лечения, таких как тромбоэмболэктомия в сочетании с последующей баллонной ангиопластикой или установкой стента [11]. Выбор подходящего метода реваскуляризации имеет решающее значение для оптимизации сохранения конечностей и минимизации заболеваемости и смертности [12, 13]. При развитии тромбозов артерий нижних конечностей на фоне атеросклеротического поражения некоторые авторы склоняются к первичному выполнению шунтирующих операций на пораженном бассейне, другие хирурги рекомендуют выполнение эндоваскулярных вмешательств, третьи предпочитают гибридные вмешательства, а четвертые склонны больше применять метод регионарной тромболитической терапии [14]. В конечном счете выбор метода включает в себя множество дополнительных факторов, таких как этиология, наличие основных и сопутствующих заболеваний, возможности и опыт учреждения, где находится пациент, и даже такие прозаические решения, как сколько времени потребуется на мобилизацию хирургической бригады по сравнению с эндоваскулярной [15].



Рис. 1. Клинические признаки острой ишемии правой нижней конечности IIБ степени

Итак, гибридные вмешательства в сосудистой хирургии определяются как одновременное использование открытых хирургических и эндоваскулярных методов лечения в рамках одной операции [16]. Данный метод лечения многоэтажного атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей представляется достаточно безопасным и приемлемым методом лечения. Но при этом следует отметить, что в настоящий момент не существует единого алгоритма проведения гибридной операции на артериях нижних конечностей [17, 18].

В данной статье мы приведем примеры клинических случаев успешного лечения пациентов с ОИНК с использованием гибридных технологий.

Описание случая 1

Пациент 1, мужчина 79 лет, поступил в приемное отделение регионарного сосудистого центра Городской клинической больницы им. Ф.И. Иноземцева с жалобами на боль, онемение, отсутствие движений правой нижней конечности в течение 5 дней. Из анамнеза известно, что пациенту в 2010 г. было выполнено стентирование подвздошных артерий слева, из сопутствующих заболеваний: рак предстательной железы (Т3N0M0 III стадия), получал курс лучевой терапии в 2019 г.

При осмотре пациента правая нижняя конечность холодная, бледная, движение и чувствительность в пальцах стопы справа отсутствуют. Пульсация отсутствует на всех уровнях правой нижней конечности, жалоб на боль и онемение в левой конечности пациент не предъявлял (рис. 1).

Пациенту проводились обследования в условиях приемного отделения. По данным анализов крови отмечалось повышение уровня креатинфосфокиназы (КФК) (688 Ед/л), креатина (138 ммоль/л) и лейкоцитов ($12,3 \times 10^9/\text{л}$). В приемном отделении выполнено также ультразвуковое дуплексное сканирование артерий нижних конечностей (УЗДС артерий нижних конечностей), электрокардиография (ЭКГ) и компьютерная томография-ангиография (КТАГ) аорты и артерий нижних конечностей с контрастированием.

По данным КТАГ имел место выраженный кальциноз аорты и артерий нижних конечностей, тромбоз общей (ОПА) и наружной (НПА)

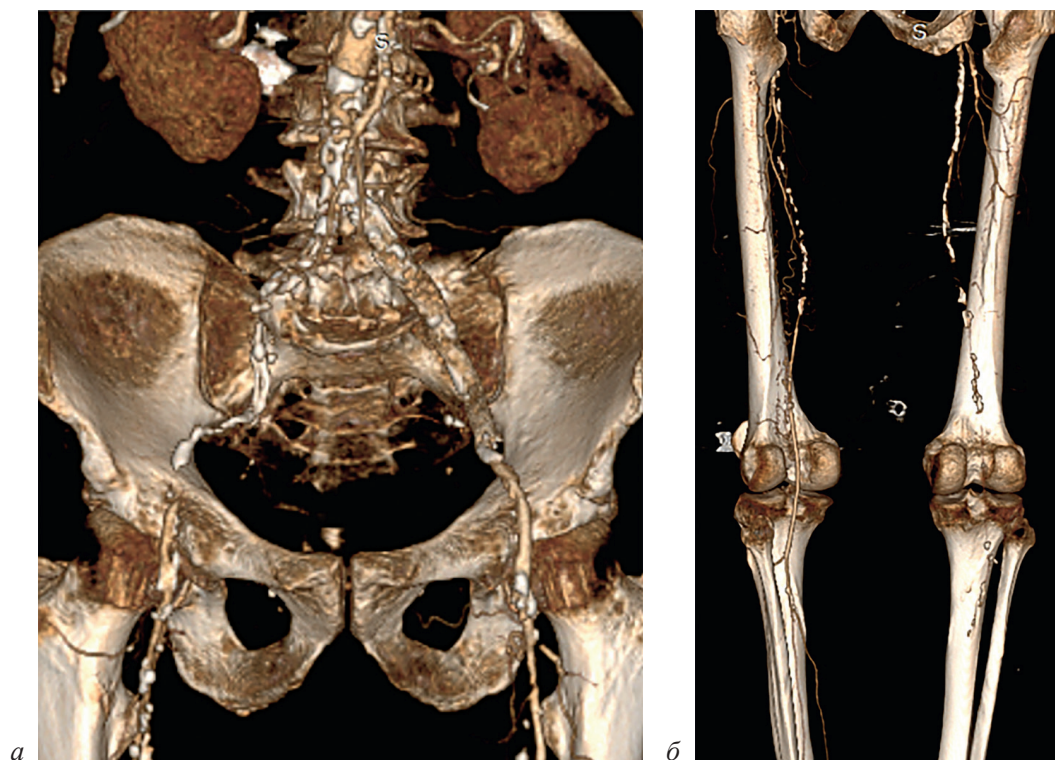


Рис. 2. Компьютерно-томографическая ангиография аорты и артерий нижних конечностей:

а – кальциноз аорты и артерий нижних конечностей. Тромбоз ОПА, НПА, стеноз ОБА, окклюзия ПБА; *б* – окклюзии ПБА с обеих сторон, подколенной артерии (ПоА), артерий голени справа

подвздошных артерий справа, стеноз общей бедренной артерии (ОБА), окклюзии поверхностных бедренных артерий (ПБА) с обеих сторон. Стенты подвздошных артерий слева проходимы, без значимых стенозов (рис. 2).

Выставлен диагноз: атеросклероз аорты артерий нижних конечностей, тромбоз подвздошных артерий, окклюзии ПБА, ПоА и артерий голени справа острая ишемия правой нижней конечности IIБ степени.

Ход операции

Открытый доступ к бифуркации правой бедренной артерии. Выполнено отсечение ОБА выше бифуркации на 1 см. Отмечается хороший ретроградный кровоток из глубокой артерии бедра (ГБА), ПБА – окклюзирована. Установлен интродьюсер 6 Fg в ОБА. Диагностическая ангиография: окклюзия ОПА, НПА справа. Гидрофильным 0,035" проводником выполнена реканализация, проводник заведен в истинный просвет аорты. Под рентген-контролем на проводнике заведен двухпросветный катетер Фогарти на 40 см, выполнена тромбэктомия. Получены тромботические массы темно-вишневого цве-

та. Получен слабый центральный кровоток. Выполнена ангиография: выявлены критические стенозы ОПА, НПА. Далее на проводнике в зону стеноза ОПА заведен баллон-расширяемый стент и саморасширяемый стент в область стеноза НПА. Выполнено стентирование ОПА и НПА справа. Контрольная ангиография: ОПА, НПА проходимы без признаков диссекции, экстравазации и резидуальных стенозов. Интродьюсер удален. В просвете правой ОБА кальцинированная атеросклеротическая бляшка с переходом НПА. Выполнена эверсионная эндартерэктомия из ОБА и НПА. Получен хороший центральный кровоток. Непрерывным обвивным швом нитью пролен 6-0 наложен анастомоз между проксимальным и дистальным концами ОБА по типу конец в конец. Пуск кровотока. Линия шва герметична, артерии отчетливо пульсируют в ране. Выполнена прямая пункция ОБА. Ангиография: окклюзия ПБА, хорошее контрастирования ГБА. Решено процедуру завершить. Шов на месте пункции (рис. 3).

Отмечен полный регресс острой ишемии в послеоперационном периоде. Показатели лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) удов-

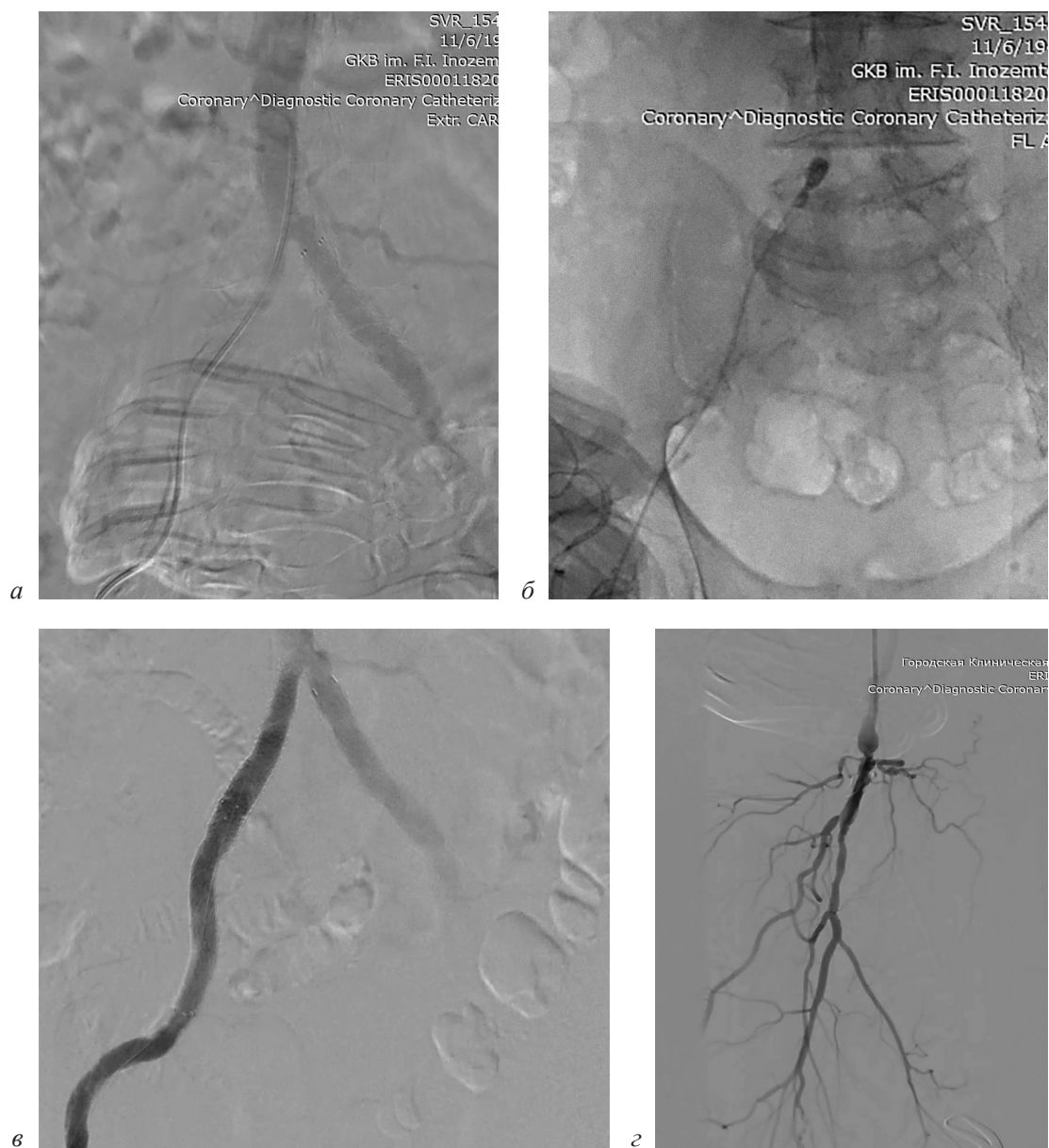


Рис. 3. Этапы операции:

а – реканализация ОПА, НПА справа; *б* – тромбэктомия из ОПА, НПА справа; *в* – стентирование ОПА, НПА; *з* – ангиография ГБА

летворительны (справа 0/0,38/0,33/0; слева 0/0,38/0,33/0,27). Пациент был выписан из отделения на 3-и сутки после оперативного лечения.

Описание случая 2

Пациент 2, мужчина 65 лет, поступил в экстренном порядке в приемное отделение с жалобами на боль и онемение левой нижней конечности в течение 3 дней. Длительное время пациент страдает атеросклерозом артерий. За год до поступления ему была выполнена ангиопластика со стентированием ПБА, ПоА

справа по поводу хронической критической ишемии правой нижней конечности. В послеоперационном периоде у пациента отмечалась боль в левой ноге при ходьбе больше 200 м. Боли в покое у пациента резко появились за день до поступления.

По данным КТ у пациента выраженный атерокальциноз артерий нижних конечностей, тромбоз левой ПБА, рестеноз стента в артериях правой нижней конечности (рис. 4).

Выставлен диагноз: атеросклероз артерий нижних конечностей, тромбоз ПБА слева. Острая ишемия левой нижней конечности I ст. Стентирование ПБА, ПоА справа, ресте-

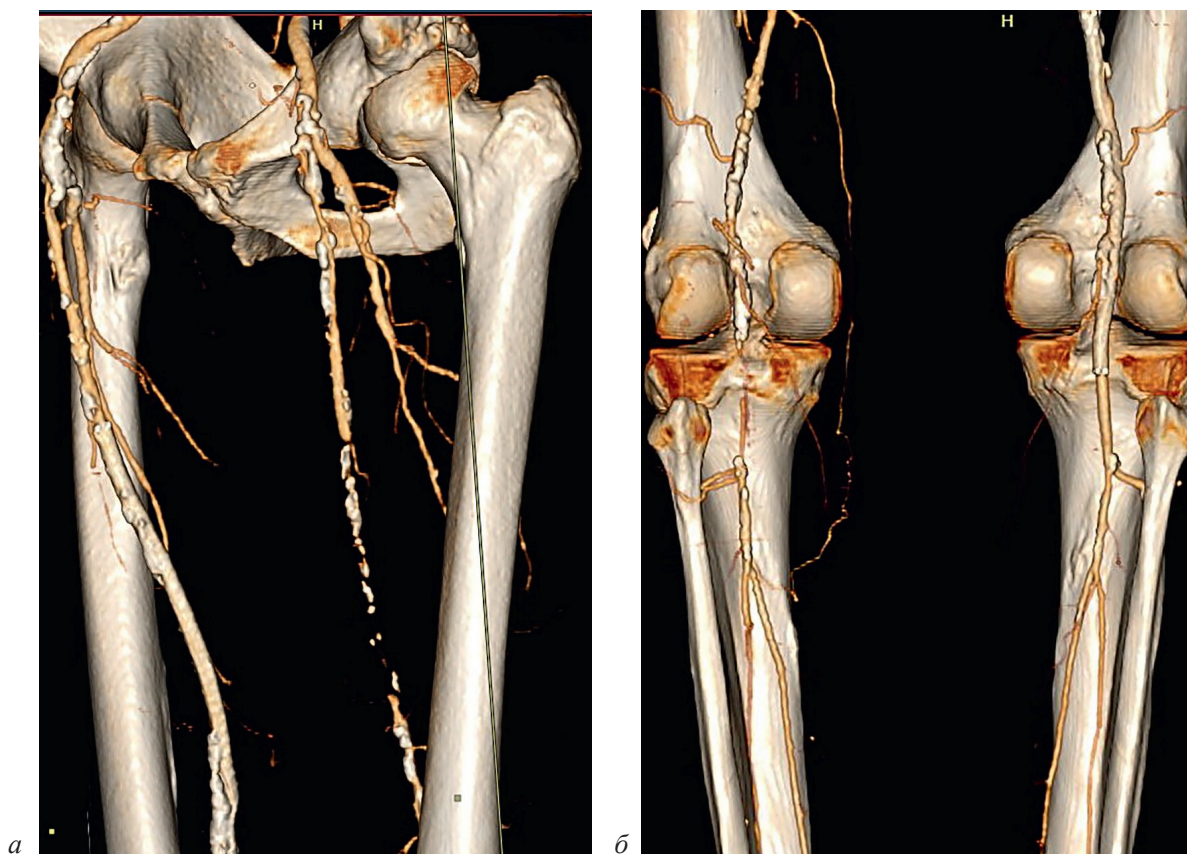


Рис. 4. Кальциноз артерий нижних конечностей. Тромбоз ПБА слева. Стент ПБА, ПоА справа (а, б)

ноз. Сопутствующие заболевания: ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь II степени, II стадии, риск сердечно-сосудистых осложнений (ССО) 4, хронический бронхит курильщика.

Учитывая выраженный кальциноз артерий решено выполнить бедренно-тибиальное шунтирование с последующей шунтографией и возможной эндоваскулярной коррекцией артерий голени слева.

Ход операции

Был выполнен тибιο медиальный доступ к артериям голени. Выделены ПоА, тибιο перонеальный ствол (ТПС) и артерии голени. Выполнена продольная артериотомия ПоА с переходом на заднюю большеберцовую артерию (ЗББА). В просвете артерий в области трифуркации определяется атеросклеротическая бляшка (АТБ), стенозирующая просвет на 60–70%. Получен удовлетворительный ретроградный кровоток. Далее выделены бедренные артерии в области бифуркации. Выполнена продольная артериотомия ОБА с переходом на ПБА. В просвете артерии каль-

цинированная АТБ с переходом на ГБА, ПБА. ПБА окклюзирована, ГБА стенозирована на 90%. Последняя выделена на протяжении. Выполнена локальная эндартерэктомия (ЭАЭ) из ОБА, ПБА и ГБА. Получен хороший ретроградный кровоток из ГБА и хороший центральный кровоток из ОБА. Длина пригодного для шунтирования участка большой подкожной вены (БПВ) на левой ноге был недостаточен, в связи с чем был забор также участка БПВ с правой нижней конечности. Далее сформированы проксимальные и дистальные анастомозы с композитной аутовеной по типу конец в бок с ОБА и ТПС соответственно. Далее выше анастомоза была пунктирована ОБА, выполнена шунтография. Выявлен стеноз ТПС на 60% в области дистального анастомоза и устья ЗББА. Выполнена баллонная ангиопластика (БА) ЗББА, ТПС и дистального анастомоза. Был получен хороший ангиографический и клинический результат (рис. 5).

Отмечен полный регресс острой ишемии в послеоперационном периоде. Показатели ЛПИ: справа $-/-/0,85/0$, слева $-/-/0,85/0,85$. Пациент был выписан из отделения на 5-е сутки после оперативного лечения.

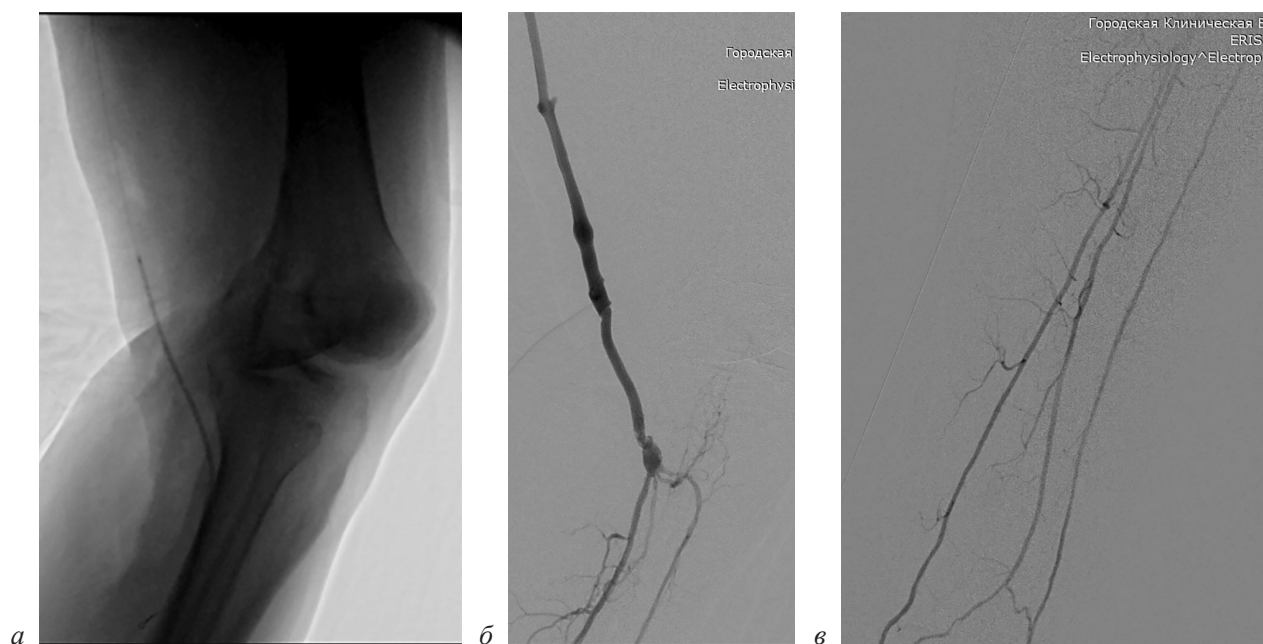


Рис. 5. Этапы операции:

а – баллонная ангиопластика после шунтирования дистального анастомоза, ТПС, ЗБА; *б* – ангиография анастомоза; *в* – ангиография артерий голени

Обсуждение

Развитие эндоваскулярных технологий, разработка различных гибридных методов лечения ОИНК расширили возможности лечения данного заболевания. Непосредственные результаты становятся лучше при правильном выборе метода лечения, используя также индивидуальный подход к лечению ОИНК, учитывая тяжесть состояния пациента, сопутствующую патологию, владение хирурга того или иного метода лечения и технические возможности данного медицинского учреждения [19].

Гибридная хирургия в основном облегчает лечение пациентов с ОИНК, которое труднодостижимо при изолированном использовании эндоваскулярных или открытых методов лечения. Кроме того, предполагается уменьшение интраоперационной кровопотери по сравнению с открытой хирургией, снижение операционных рисков, при необходимости возможно расширить объем выполняемой операции, сокращение продолжительности операции и сроков пребывания в больнице. Таким образом, с точки зрения медицинской экономики и безопасности гибридная хирургия может быть выгодной. С другой стороны, она требует гибридных операционных и инвестиций в соответствующее оборудование [20].

Отдаленные результаты гибридного лечения пациентов с ОИНК малоизучены. Можно

предположить, что решающее значение имеет мультидисциплинарный подход к лечению данных пациентов, навыки самого оперирующего хирурга и техническая обеспеченность медицинского учреждения.

Заключение

Современный этап развития сосудистой хирургии предоставляет возможность объединить хирургические и эндоваскулярные технологии в рамках одного вмешательства, получая преимущества от каждого метода при лечении такой непростой группы пациентов. Гибридная операция обеспечивает быстрое и эффективное удаление тромбов и эмболов, выполнение различных типов ЭАЭ, одновременно возможность устранить стенозы и/или окклюзии на разных уровнях артериального русла, что ведет к более радикальному восстановлению кровотока. При этом отсутствие обширных разрезов снижают операционную травму и риск осложнений у тяжелых больных.

Литература/References

1. Bath J., Hartwig J., Dombrovskiy V.Y., Vogel T.R. Trends in management and outcomes of vascular emergencies in the nationwide inpatient sample. *Vasa*. 2020; 49 (2): 99–105. DOI: 10.1024/0301-1526/a000791

2. Genovese E.A., Chaer R.A., Taha A.G., Marone L.K., Avgerinos E., Makaroun M.S., Baril D.T. Risk factors for long-term mortality and amputation after open and endovascular treatment of acute limb ischemia. *Ann. Vasc. Surg.* 2016; 30: 82–92. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.10.004
3. Lind B., Morcos O., Ferral H., Chen A., Aquisto T., Lee S., Lee C.J. Endovascular strategies in the management of acute limb ischemia. *Vasc. Specialist Int.* 2019; 35 (1): 4–9. DOI: 10.5758/vsi.2019.35.1.4
4. Lind B., Morcos O., Ferral H., Chen A., Aquisto T., Lee S., Lee C.J. Endovascular strategies in the management of acute limb ischemia. *Vasc. Specialist Int.* 2019; 35 (1): 4–9. DOI: 10.5758/vsi.2019.35.1.4
5. Taha A.G., Byrne R.M., Avgerinos E.D., Marone L.K., Makaroun M.S., Chaer R.A. Comparative effectiveness of endovascular versus surgical revascularization for acute lower extremity ischemia. *J. Vasc. Surg.* 2015; 61 (1): 147–154. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.06.109
6. Genovese E.A., Chaer R.A., Taha A.G., Marone L.K., Avgerinos E., Makaroun M.S., Baril D.T. Risk factors for long-term mortality and amputation after open and endovascular treatment of acute limb ischemia. *Ann. Vasc. Surg.* 2016; 30: 82–92. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.10.004
7. Папоян С.А., Щеголев А.А., Абрамов И.С. Современная стратегия лечения синдрома Лериша. *Эндоваскулярная хирургия.* 2019; 6 (4): 284–291. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-284-291
Papoyan S.A., Shchegolev A.A., Abramov I.S. A modern strategy for the treatment of Leriche syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2019; 6 (4): 284–291 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-284-291
8. Govsyejev N., Malgor R.D., Hoffman C., Harroun N., Sturman E., Al-Musawi M. et al. A systematic review and meta-analysis of outcomes after acute limb ischemia in patients with cancer. *J. Vasc. Surg.* 2021; 74 (3): 1033–1040. e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.03.058
9. Lopez R., Yamashita T.S., Neisen M., Fleming M., Colglazier J., Oderich G., DeMartino R. Single-center experience with Indigo aspiration thrombectomy for acute lower limb ischemia. *J. Vasc. Surg.* 2020; 72 (1): 226–232. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.10.079
10. Plecha F.R., Pories W.J. Intraoperative angiography in the immediate assessment of arterial reconstruction. *Arch. Surg.* 1972; 105 (6): 902–907.
11. Obara H., Matsubara K., Kitagawa Y. Acute limb ischemia. *Ann. Vasc. Dis.* 2018; 11 (4): 443–448. DOI: 10.3400/avd.ra.18-00074
12. Lind B., Morcos O., Ferral H., Chen A., Aquisto T., Lee S., Lee C.J. Endovascular strategies in the management of acute limb ischemia. *Vasc. Specialist Int.* 2019; 35 (1): 4–9. DOI: 10.5758/vsi.2019.35.1.4
13. Taha A.G., Byrne R.M., Avgerinos E.D., Marone L.K., Makaroun M.S., Chaer R.A. Comparative effectiveness of endovascular versus surgical revascularization for acute lower extremity ischemia. *J. Vasc. Surg.* 2015; 61 (1): 147–154. DOI: 10.1016/j.jvs.2014.06.109
14. Казаков Ю.И., Казаков А.Ю., Неведов В.И., Герасин А.Ю., Докшоков Г.Р., Керимханов Р.О., Страхов М.А. Хирургическая тактика ведения пациентов с острой артериальной ишемией нижних конечностей на фоне атеросклеротического поражения артерий. *Наука молодых (Eruditio Juvenium).* 2019; 7 (1): 86–92. DOI: 10.23888/HMJ20197186-92
Kazakov Y.I., Kazakov A.Y., Nefedov V.I., Gerasin A.Yu., Dokshokov G.R., Kerimkhanov R.O., Strakhov M.A. Surgical tactics in the management of patients with acute lower limb arterial ischemia in the context of atherosclerotic arterial disease. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2019; 7 (1): 86–92 (in Russ.). DOI: 10.23888/HMJ20197186-92
15. Goldstein J.A., Mishkel G.J. Choosing the correct therapeutic option for acute limb ischemia. *Interv. Cardiol.* 2011; 3: 381–390.
16. Huffman J., Nichols W.K., Bath J. Current hybrid interventions in vascular surgery: merging past and present. *Mo Med.* 2021; 118 (4): 381–386. PMID: PMC8343637
17. Щеголев А.А., Папоян С.А., Мутаев М.М., Сыромятников Д.Д., Комарова Д.С. Роль гибридных вмешательств при атеросклеротическом поражении артерий нижних конечностей. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2023; 9: 103–109. DOI: 10.17116/hirurgia2023091103
Shchegolev A.A., Papoyan S.A., Mutaev M.M., Syromyatnikov D.D., Komarova D.S. Hybrid interventions for atherosclerotic lesions of the lower limb arteries. *Pirogov Russian Journal of Surgery (Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova).* 2023; 9: 103–109 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2023091103
18. Щеголев А.А., Папоян С.А., Громов Д.Г., Асатурян К.С. Острая ишемия нижних конечностей: современное состояние проблемы. *Креативная кардиология.* 2024; 18 (2): 176–182. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-2-176-182
Shchegolev A.A., Papoyan S.A., Gromov D.G., Asaturyan K.S. Acute lower limb ischemia: current state of the problem. *Creative Cardiology.* 2024; 18 (2): 176–182 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-2-176-182
19. Murakami A. Hybrid operations in patients with peripheral arterial disease. *Ann. Vasc. Dis.* 2018; 11 (1): 57–65. DOI: 10.3400/avd.ra.18-00006

© Коллектив авторов, 2025

УДК 616.136.7-005.6-089.819.5

Эндоваскулярное вмешательство как вариант выбора при непреднамеренной окклюзии почечной артерии после эндопротезирования брюшной аорты

*А.М. Францевич*¹✉, *С.С. Корзунов*¹, *В.Н. Шиповский*^{1,2}, *И.И. Затевахин*^{1,2}

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Д.Д. Плетнева» ДЗ г. Москвы, Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ **Францевич Алексей Михайлович**, канд. мед. наук, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-0800-6592, e-mail: alxfra@yandex.ru

Корзунов Станислав Сергеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0008-6162-0111

Шиповский Владимир Николаевич, д-р мед. наук, профессор, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-6353-0592

Затевахин Игорь Иванович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой; orcid.org/0000-0001-6847-1421

Резюме

Острая окклюзия почечной артерии при эндоваскулярном лечении аневризмы брюшной аорты с использованием стент-графтов является редким, но опасным для жизни осложнением и должна быть распознана и как можно раньше устранена для сохранения функции почек. В подобных ситуациях сообщается о выполнении как открытых хирургических операций, так и эндоваскулярных реконструкций. В нашем наблюдении мы использовали методику chimney («дымохода») для устранения острой окклюзии добавочной почечной артерии после эндоваскулярного вмешательства на аорте.

Ключевые слова: аневризма брюшной аорты, эндопротезирование брюшного отдела аорты (EVAR), окклюзия почечной артерии

Для цитирования: Францевич А.М., Корзунов С.С., Шиповский В.Н., Затевахин И.И. Эндоваскулярное вмешательство как вариант выбора при непреднамеренной окклюзии почечной артерии после эндопротезирования брюшной аорты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 258–264. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-258-264

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.04.2025
Принята к печати 29.04.2025

Endovascular intervention as an option of choice in case of unintentional occlusion of the renal artery after endoprosthesis of the abdominal aorta

*A.M. Frantsevich*¹✉, *S.S. Korzunov*¹, *V.N. Shipovskiy*^{1,2}, *I.I. Zatevakhin*^{1,2}

¹ D.D. Pletnev City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

✉ **Aleks M. Frantsevich**, Cand. Med. Sci., Head of Department; orcid.org/0000-0002-0800-6592, e-mail: alxfra@yandex.ru

Stanislav S. Korzunov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0008-6162-0111

Vladimir N. Shipovskiy, Dr. Med. Sci., Professor, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6353-0592

Igor I. Zatevakhin, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Head of Department; orcid.org/0000-0001-6847-1421

Abstract

Acute occlusion of the renal artery in endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm using stent grafts is a rare but life-threatening complication and should be recognized and eliminated as soon as possible to preserve kidney function. In such situations, both open surgical operations and endovascular reconstructions are reported. In our observation, we used the chimney technique to eliminate acute occlusion of the accessory renal artery after endovascular intervention on the aorta.

Keywords: abdominal aortic aneurysm, abdominal aortic endoprosthesis (EVAR), renal artery occlusion

For citation: Frantsevich A.M., Korzunov S.S., Shipovskiy V.N., Zatevakhin I.I. Endovascular intervention as an option of choice in case of unintentional occlusion of the renal artery after endoprosthesis of the abdominal aorta. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 258–264 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-258-264

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

Received April 07, 2025

Accepted April 29, 2025

Введение

Эндоваскулярное лечение аневризм брюшной аорты (EVAR (endovascular aortic aneurysm repair)) с момента внедрения методики в клиническую практику является эффективным методом лечения у пациентов высокого хирургического риска [1–5]. Для выполнения вмешательств используются стент-графты с супра- или инфраренальной фиксацией, а также герметизирующие системы. Стент-графты с супраренальной фиксацией обладают потенциальными преимуществами в виде снижения вероятности дистальной миграции и меньшим количеством регистрируемых эндоликов [6].

Острое почечное повреждение является одним из жизнеугрожающих осложнений после EVAR: в послеоперационном периоде может наблюдаться контраст-индуцированная нефропатия, эмболия, окклюзия дополнительных почечных артерий или перекрытие устьев почечных артерий за счет компонентов стент-графта [7–10]. Как правило, окклюзия почечной артерии во время выполнения вмешательства за счет перекрытия эндопротезом быстро распознается и может быть устранена немедленно. Напротив, окклюзия почечной артерии, возникающая в послеоперационном периоде, в частности за счет компрессии устья компонентами фиксирующей системы, может привести к длительной ишемии и повреждению паренхимы почки, требующему проведения гемодиализа, а также к развитию реноваскулярной гипертензии и хронической почечной недостаточности [11, 12].

Частота окклюзионного поражения почечных артерий после EVAR невелика [11, 12]. В нашей статье мы описываем случай окклюзии почечной артерии в раннем послеоперационном периоде после EVAR, успешно устраненной с помощью стентирования методом chimney.

Описание случая

Пациент К., 78 лет, поступил в Городскую клиническую больницу (ГКБ) им. Д.Д. Плетнева с жалобами на периодически возникающие боли в мезогастрии. Симптомы появились около 2 лет назад. При обследовании в декабре 2023 г. по данным ультразвукового дуплексного сканирования и компьютерной томографии с болюсным контрастным усилением была верифицирована веретенообразная аневризма инфраренального отдела брюшного отдела аорты до 60 мм в диаметре на протяжении 80 мм (рис. 1).

В анамнезе: в 2020 г. трансуретральная резекция мочевого пузыря по поводу уротелиальной карциномы, с рецидивом, проведением повторного вмешательства в объеме цистэктомии по Брикеру и курсов химиотерапии. Хроническая болезнь почки IIIb стадии (скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по СКД-ЕPI 33 мл/мин/1,73 м²). Артериальная гипертензия III степени, III стадии (адаптирован к артериальному давлению 125/70 мм рт. ст., находится на трехкомпонентной терапии). Хроническая ишемия головного мозга, остаточные явления острого нарушения мозгового кровообращения в декабре 2021 г. Пациент был направлен в ГКБ им. Д.Д. Плетнева для оперативного лечения.

При поступлении общее состояние относительно удовлетворительное. Артериальное давление 125/80 мм рт. ст., без градиента на верхних конечностях. Ритм правильный, 74 уд/мин. При перкуссии границы сердца не расширены. При аускультации тоны сердца приглушены. Живот не увеличен в размерах, не вздут, участвует в акте дыхания, определяется грыжевое выпячивание по ходу передней брюшной стенки до 10×8 см, мягкоэластичной консистенции, легко вправимое, безболезненное при пальпации. В параумбиликальной области, преимущественно слева, пальпируется пульсирующее образование 7×6 см. При аускультации в проекции брюшного отдела аорты выслушивается грубый систолический шум.

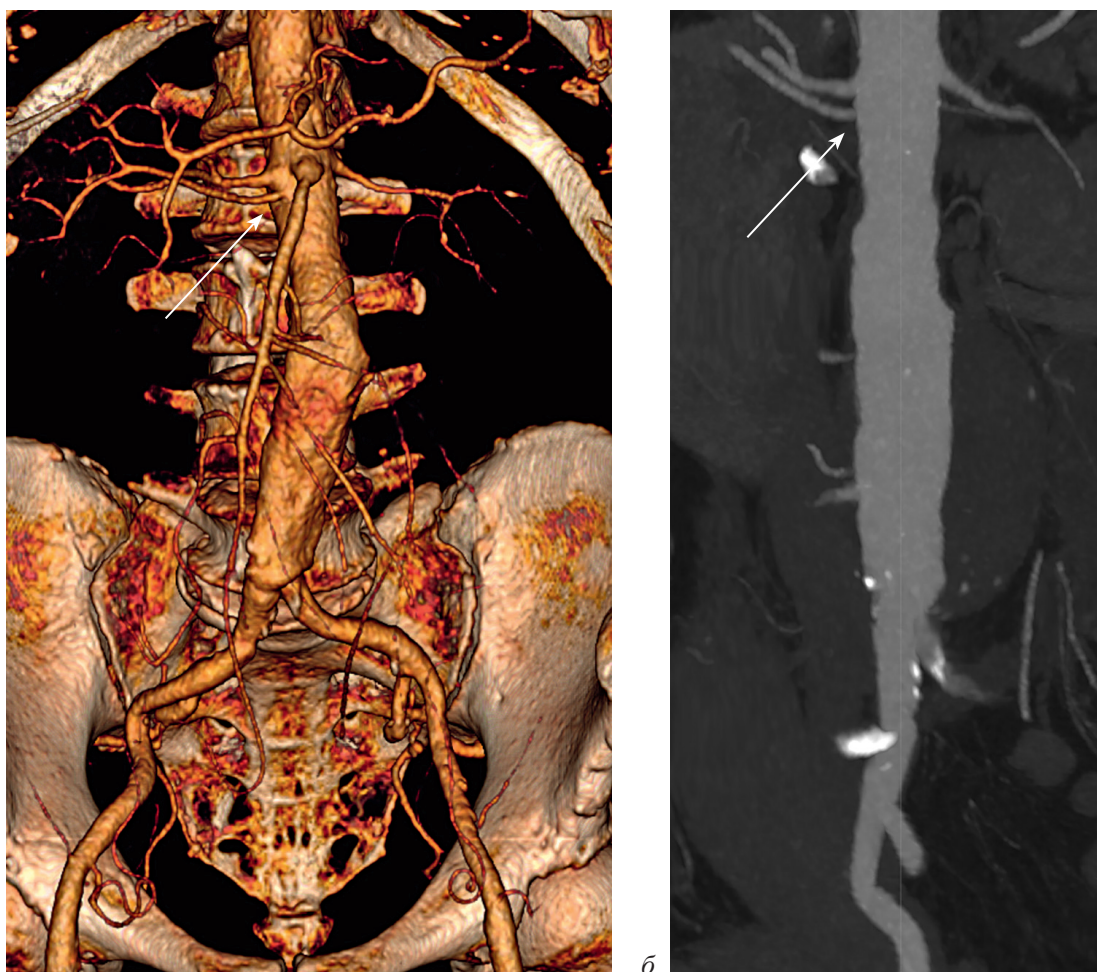


Рис. 1. Компьютерно-томографическая ангиограмма. 3D-реконструкция до оперативного вмешательства. Добавочная правая почечная артерия (указана стрелкой) (а, б)

Ультразвуковое исследование почек, надпочечников, забрюшинного пространства: почки расположены типично, контуры неровные. Размеры: правая 107×53 мм, левая 103×52 мм. Толщина паренхимы: справа 18 мм, слева 6 мм. Кортико-медуллярная дифференцировка сохранена. Паренхима средней эхогенности, диффузно неоднородная. Косвенные признаки сдавления мочеточника аневризмой аорты. В паренхиме правой почки анэхогенное аваскулярное образование с гиперэхогенными перегородками, размерами 50×41×55 мм. Конкременты не определяются. Кровоток в почке справа лоцирован до коркового слоя, слева крайне ослаблен. Заключение: диффузные изменения почек. Сложная киста справа. Уретеропиелокаликоектазия левой почки.

Лабораторные показатели: креатинин 171,9 мкмоль/л, мочевина 12,2 ммоль/л.

Установлен клинический диагноз: «Веретенообразная аневризма инфраренального отдела аорты. Сахарный диабет 2-го типа, ин-

сулинозависимый. Гипертоническая болезнь III стадии, III степени. Риск сердечно-сосудистых осложнений 4. Цереброваскулярная болезнь. Хроническая ишемия головного мозга, остаточные явления перенесенного острого нарушения мозгового кровообращения в декабре 2021 г. рак мочевого пузыря T1N0M0. Прогрессирование – инвазивный рецидив. Состояние после цистэктомии по Брикеру. Хроническая болезнь почки IIIb стадии (СКФ по СКД-ЕРІ 33 мл/мин/1,73м²). Уретеропиелокаликоектазия левой почки».

29.01.2024 г. пациенту было выполнено эндопротезирование инфраренального отдела брюшной аорты. В условиях рентгенооперационной под спинномозговой анестезией выделены общие бедренные артерии (ОБА) из латеральных доступов в верхней трети бедра, взяты на держалки. Выполнены пункции и катетеризации по проводнику ОБА с обеих сторон, установлены интродьюсеры 8 F. Введено 5000 единиц гепарина.

По 0,035" проводникам Amplatz SuperStiff 260 см выполнена смена интродьюсера справа на интродьюсер Sentrant 20 Fr, слева на интродьюсер Sentrant 16 Fr. Через левую ОБА в аорту установлен катетер Pigtail 5 F. Через доступ в правой ОБА по 0,035" проводнику Amplatz SuperStiff выполнено проведение, позиционирование и имплантация в монокулярном параллаксе тотчас ниже устья нижележащей добавочной правой почечной артерии системы стент-графта Ankura AAA 2612B120. Выполнена канюляция контралатеральной ветви эндопротеза. Выполнено проведение, позиционирование и имплантация тотчас выше устья левой внутренней подвздошной артерии стент-графта Ankura AAA 1416120. Выполнена смена системы доставки аортального эндопротеза на систему доставки ветви. Выполнено проведение, позиционирование и имплантация тотчас выше устья правой внутренней подвздошной артерии стент-графта Ankura AAA 1416120. Выполнена оптимизирующая ангиопластика баллонным катетером Reliant. При контрольной ангиографии: позиционирование системы стент-графтов правильное, аневризма полностью выключена из кровотока, проходимость висцеральных и внутренних подвздошных артерий сохранена. Парапротезного подтекания нет (рис. 2).

В соответствии с протоколом имплантации после вмешательства в течение первых 24 ч выполнены контрольные исследования.

Ультразвуковое дуплексное сканирование аорты, артерий таза и артерий нижних конечностей: в инфраренальном отделе аорты определяется эндопротез, который проходим. Подвздошные артерии проходимы, по ним регистрируется магистральный кровоток. В области паховой складки справа и слева жидкостных скоплений не выявлено. По общим бедренным артериям с обеих сторон регистрируется магистральный тип кровотока. Заключение: состояние после эндопротезирования брюшного отдела аорты, общих подвздошных артерий с обеих сторон.

Ультразвуковое исследование почек, надпочечников, забрюшинного пространства, заключение: диффузные изменения почек. Сложная киста справа. Уретеропиелокаликоэктазия левой почки. Кровоток в почке справа лоцирован до коркового слоя, слева крайне ослаблен.

Лабораторные показатели: креатинин 238,5 мкмоль/л, мочевина 12,6 ммоль/л.

В течение следующих 24 ч у пациента развивается анурия.

Ультразвуковое исследование почек, надпочечников, забрюшинного пространства, заключение: адекватно лоцировать стволы почечных артерий не удалось. По правой почечной артерии кровотока адекватно не лоцирован, слева крайне ослаблен.

В лабораторных показателях отмечается резкий рост уровней: креатинина – до 538,9 мкмоль/л, мочевины – до 22,2 ммоль/л.

Проведен консилиум, решено выполнить ангиографию с возможной реконструкцией правой почечной артерии.

01.02.2024 г. пациенту была выполнена механическая реканализация, аспирационная тромбэктомия, баллонная ангиопластика со стентированием правой почечной артерии. Под местной анестезией 0,5% 5,0 мл раствора лидокаина выполнена пункция и катетеризация по проводнику левой лучевой артерии. Установлен интродьюсер 6 Fr. Введено 5000 ед раствора гепарина. Выполнена селек-



Рис. 2. Ангиограмма брюшного отдела аорты в задней проекции после выполнения EVAR



Рис. 3. Ангиограмма брюшного отдела аорты в переднезадней проекции. Окклюзия добавочной правой почечной артерии при проходимых основных почечных сосудах (указана стрелкой)

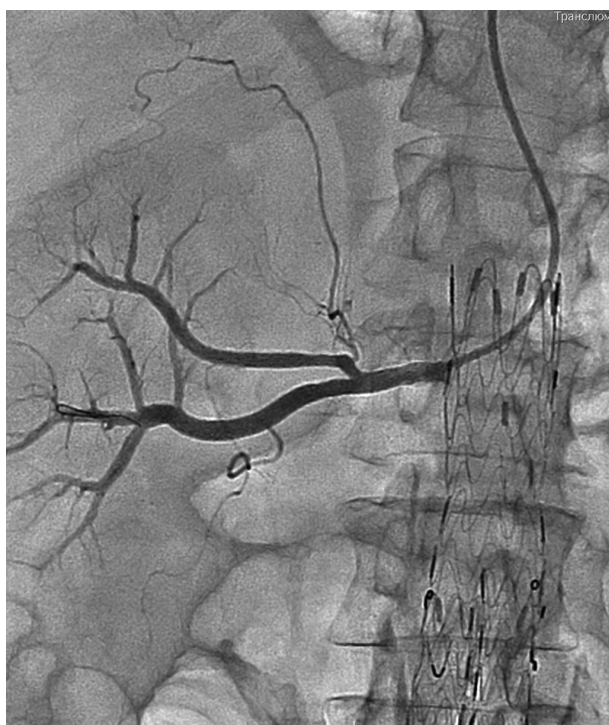


Рис. 4. Селективная ангиограмма правой добавочной почечной артерии после реканализации, аспирационной тромбэктомии и баллонной ангиопластики. Проходимость целевой артерии восстановлена полностью

тивная ангиография брюшной аорты: эндопротез Ankura проходим, левая почечная артерия проходима, верифицирована окклюзия добавочной правой почечной артерии за счет компрессии ветки стента эндографта (рис. 3).

При поддержке гайд-катетера Destination 6 Fr 0,014" проводником Command при поддержке баллонного катетера Coyote выполнена реканализация правой почечной артерии, проведен в ее дистальные отделы. Выполнена последовательная предилатация ячейки короны графта баллонными катетерами Sprinter 1,25-1,5-2,0-3,5 при номинальном рабочем давлении с последующей аспирационной тромбэктомией (получены фрагменты тромботических масс) и имплантацией баллонорасширяемого стента Radix2 6×17 мм и его оптимизирующей ангиопластики при максимальном рабочем давлении (рис. 4). На контрольных ангиограммах: просвет артерии восстановлен полностью, признаков диссекции интимы, дистальной эмболии нет, удовлетворительно заполняется паренхима правой почки, конструкция стент-графта проходима (рис. 5). Инструменты удалены. Гемостаз прижатием. Асептическая давящая повязка.



Рис. 5. Ангиограмма брюшного отдела аорты в переднезадней проекции. Стент правой добавочной почечной артерии (границы обозначены стрелками)

Ультразвуковое дуплексное сканирование аорты, артерий таза и почечных артерий: в просвете правой почечной артерии визуализируется сетчатый имплант. Восстановлен кровотока в правой почке. Средняя скорость кровотока в паренхиме до 55 см/с, в устье – до 100 см/с. В инфраренальном отделе аорты определяется эндопротез, который проходим. Подвздошные артерии проходимы, по ним регистрируется магистральный кровотока. Заключение: состояние после эндопротезирования брюшного отдела аорты, общих подвздошных артерий с обеих сторон, стентирования добавочной правой почечной артерии.

Пациенту был проведен ряд сеансов заместительной почечной терапии.

Пациент выписан в удовлетворительном состоянии, жалоб не предъявляет.

Лабораторные показатели при выписке: креатинин 261,5 мкмоль/л, мочевины 9,8 ммоль/л.

Ультразвуковое дуплексное сканирование аорты, артерий таза и почечных артерий при выписке: в просвете правой почечной артерии визуализируется сетчатый имплант. Восстановлен кровотока в правой почке. Средняя скорость кровотока в паренхиме до 55 см/с, в устье – до 90–100 см/с. Индекс резистентности 0,65. В инфраренальном отделе аорты определяется эндопротез, который проходим. Подвздошные артерии проходимы, по ним регистрируется магистральный кровотока. Заключение: состояние после эндопротезирования брюшного отдела аорты, общих подвздошных артерий с обеих сторон, стентирования добавочной правой почечной артерии.

Обсуждение

За последние 30 лет количество эндопротезирования брюшного отдела аорты резко увеличилось. В рандомизированных исследованиях было показано, что EVAR может стать общепринятой альтернативой открытому хирургическому вмешательству для отдельных пациентов и способствует снижению как заболеваемости, так и смертности. Нормальная функция почек является основным фактором, определяющим исход имплантации стент-графта. Этиология нарушения функции почек после EVAR может быть многофакторной. Возраст старше 70 лет, контраст, используемый при имплантации стент-графта и кон-

трольной компьютерной томографии, ишемия нижних конечностей, эмболия, применение эндопротезов с супраренальной фиксацией может увеличить вероятность риска инфаркта почки, в то же время долгосрочное влияние на функцию почек неизвестно [11–18].

Частичное перекрытие почечных артерий является одним из наиболее нежелательных осложнений после EVAR. В метаанализах, в которые суммарно включено более 50 000 пациентов с EVAR и периодом наблюдения в течение 4–8 лет, не было зафиксировано случаев перекрытия почечной артерии стент-графтом неизвестно [19, 20]. Установка эндопротеза с частичным или полным перекрытием одной или обеих почечных артерий происходит менее чем в 5% вмешательств, в некоторых случаях симптомы окклюзии после EVAR могут проявиться только через некоторое время. По этой причине после проведения EVAR крайне важна визуализация и оценка биохимических показателей почек.

В течение нескольких часов после полной окклюзии почечной артерии развивается коллатеральное кровообращение. Коллатеральной перфузии может быть достаточно для спонтанного обращения почечной недостаточности вспять. Существуют разные рентгенэндоваскулярные техники, используемые для восстановления кровотока в почечных артериях. Одной из наиболее распространенных является процедура chimney («дымохода») – имплантация стента или стент-графта в почечную артерию через корону эндопротеза для обеспечения адекватного притока крови к почке.

В нашем клиническом случае пациенту была проведена успешная реваскуляризация правой почечной артерии с имплантацией баллонорасширяемого стента по методике chimney, в результате которой было восстановлено оптимальное кровоснабжение почки и восстановлена функция.

Повышение уровня креатинина в сыворотке крови считается нормальным после EVAR и может варьировать в пределах 20–30% от исходного. Расчетная СКФ является более чувствительным показателем нарушения функции почек, чем уровень креатинина в сыворотке крови. Снижение расчетной СКФ по крайней мере до 20% считается приемлемым после подобных реконструкций, независимо от абсолютного уровня креатинина

в сыворотке крови. Ряд авторов полагают, что сочетанное повышение уровня креатинина в сыворотке крови на 30% или снижение расчетной СКФ на 20% является обязательным условием для верификации острого поражения паренхимы почек и необходимости принятия тактических решений [21–23].

Заключение

В нашем клиническом случае продемонстрировано успешное эндоваскулярное лечение окклюзии правой добавочной почечной артерии, вызванной компрессией устья компонентами фиксирующей системы, с использованием технологии chimney. По результатам послеоперационной ангиографии: адекватная перфузия почки. Лабораторные исследования подтверждают снижение уровней креатинина и мочевины в сыворотке крови и повышение уровня расчетной СКФ до исходных значений.

Литература/References

1. Володось Н.Л., Шеханин В.Е., Карпович И.П., Троян В.И., Гурьев И.А. Самофиксирующийся синтетический эндопротез кровеносных сосудов. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1986; 137 (11): 123–125. Volodos N.L., Shekhanin V.E., Karpovich I.P., Troian V.I., Gur'ev I.A. A self-fixing synthetic blood vessel endoprosthesis. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1986; 137: 123–125 (in Russ.).
2. Greenhalgh R.M., Brown L.C., Kwong G.P., Powell J.T., Thompson S.G. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. *Lancet*. 2004; 364: 843–848.
3. Geijer H., Larzon T., Popek R., Beckman K.W. Radiation exposure in stent-grafting of abdominal aortic aneurysms. *Br. J. Radiol.* 2005; 78: 906–912.
4. Dake M.D. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of thoracic aortic aneurysms. In: Baum S., Pentecost M.J. (Eds.). *Abrams' angiography*. 4th ed. Boston: Little, Brown & Company; 1997.
5. Parodi J.C., Barone A., Piraino R., Schonholz C. Endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms. In: Castaneda-Zuniga W.R. (Ed.). *Interventional radiology*. 3rd ed. New Orleans: Williams & Wilkins; 1997.
6. Bockler D., Krauss M., Mansmann U., Halawa M., Lange R., Probst T. et al. Incidence of renal infarctions after endovascular aaa repair: relationship to infrarenal versus suprarenal fixation. *J. Endovasc. Ther.* 2003; 10: 1054–1060.
7. Alsac J.M., Zarins C.K., Heikkinen M.A., Karwowski J., Arko F.R., Desgranges P. et al. The impact of aortic endografts on renal function. *J. Vasc. Surg.* 2005; 41: 926–930.
8. Bove P.G., Long G.W., Shanley C.J., Brown O.W., Rimar S.D., Hans S.S. et al. Transrenal fixation of endovascular stent-grafts for infrarenal aortic aneurysm repair: mid-term results. *J. Vasc. Surg.* 2003; 37: 938–942.
9. Grego F., Frigatti P., Antonello M., Lepidi S., Ragazzi R., Iurilli V. et al. Suprarenal fixation of endograft in abdominal aortic aneurysm treatment: focus on renal function. *Ann. Surg.* 2004; 240: 169–178.
10. Greenberg R.K., Chuter T.A., Sternbergh W.C., Fearnot N.E. Zenith AAA endovascular graft: intermediate-term results of the US multicenter trial. *J. Vasc. Surg.* 2004; 39: 1209–1218.
11. Jung I., Kang C., Nam D.I., Moon H.G., Youn B., Cho S.H. et al. A case of near total occlusion of the renal artery after EVAR. *JLA*. 2015; 4: 45–49.
12. Stanisic M.G., Majewska N., Romanowski M., Kulesza J., Juszkat R., Makołowski M. et al. Endovascular treatment of renal artery occlusion caused by aortic stentgraft migration. *PJS*. 2015; 87 (4): 181–184.
13. Wald R., Waikar S.S., Liangos O., Pereira B., Chertow G.M., Jaber B.L. Acute renal failure after endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm. *J. Vasc. Surg.* 2006; 43: 460–466.
14. Rashid S.T., Salman M., Agarwal S., Hamilton G. Occult renal impairment is common in patients with peripheral vascular disease and normal serum creatinine. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2006; 32: 294–299.
15. Azzizadeh A., Sanchez L.A., Miller C.C., Marine L., Rubin B.G., Safi H.J. et al. Glomerular filtration rate is a predictor of mortality after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 2006; 43: 14–18.
16. Kappel J., Calissi P. Safe drug prescribing for patients with renal insufficiency. *CMAJ*. 2002; 166: 473–477.
17. Zarins C.K., White R.A., Schwarten D., Kinney E., Diethrich E.B., Hodgson K.S. et al. AneuRx stent graft versus open surgical repair of abdominal aortic aneurysms: multicenter prospective clinical trial. *J. Vasc. Surg.* 1999; 29: 292–305.
18. Parmer S.S., Carpenter J.P. Endovascular aneurysm repair with suprarenal vs infrarenal fixation: a study of renal effects. *J. Vasc. Surg.* 2006; 43: 19–25.
19. Hobo R., Buth J. Secondary interventions following endovascular abdominal aortic aneurysm repair using current endografts. A EUROSTAR report. *J. Vasc. Surg.* 2006; 43: 896–902. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.01.010
20. Schermerhorn M., O'Malley J., Jhaveri A., Cotterill P., Pomposeli F., Landon B.E. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the Medicare population. *N. Engl. J. Med.* 2008; 358: 464–474. DOI: 10.1056/NEJMoa0707348
21. Kalliafas S., Albertini J.N., Macierewicz J., Yusuf S.W., Whitaker S.C., Maesweeney S.T. et al. Incidence and treatment of intraoperative technical problems during endovascular repair of complex abdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.* 2000; 31: 1185–1192.
22. Love L., Bush I.M. Early demonstration of renal collateral arterial supply. *Am. J. Radiol.* 1968; 104: 296–301.
23. Abrams H.L., Cornall S.H. Patterns of collateral flow in renal ischemia. *Radiology*. 1965; 84: 1001–1012.

© О.Б. Жуков, Д.А. Сафин, 2025

УДК 616.14-007]:611.64

Венозные мальформации полового члена взрослых и детей

О.Б. Жуков^{1,2}✉, Д.А. Сафин^{2,3}¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация² Международный центр андрологии, Москва, Российская Федерация³ Российская детская клиническая больница – филиал ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация✉ **Жуков Олег Борисович**, д-р мед. наук, профессор кафедры, врач – уролог-андролог, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3872-5392, e-mail: ob.zhukov@yandex.ru**Сафин Динар Адхамович**, врач – уролог-андролог детский; orcid.org/0000-0001-9436-3352

Резюме

В статье представлены данные диагностики и лечения венозной мальформации (ВМ) полового члена четырех детей 2, 7, 10 и 15 лет, средний возраст $8,5 \pm 5,4$ года и четырех взрослых 18, 20, 28 и 42 лет, средний возраст $27 \pm 12,4$ года. У семи больных из них была локальная форма ВМ, ограниченная спонгиозным телом уретры, у одного была генерализованная форма ВМ с поражением таза, ягодичной области, правой нижней конечности, полового члена. Больные после проведения локальной склеротерапии ВМ блеомицином отметили исчезновение или значительное уменьшение ее проявлений. ВМ представлена пороком развития венозных сосудов – это низкопоточковая мальформация, которая имеет ряд существенных отличий в патогенезе от гемангиомы, тем более от артериовенозной мальформации, которые практикующий врач уролог-андролог или детский андролог-уролог должен учитывать во время диагностики и выбора метода лечения.

Ключевые слова: венозная мальформация, склеротерапия, сиролimus, рапамун, блеомицин

Для цитирования: Жуков О.Б., Сафин Д.А. Венозные мальформации полового члена взрослых и детей. *Эндоваскулярная хирургия*. 2025; 12 (2): 265–274. DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-265-274

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.05.2025
Принята к печати 30.05.2025

Venous malformations of the penis in adults and children

О.Б. Zhukov^{1,2}✉, D.A. Safin^{2,3}¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation² International Andrology Center, Moscow, Russian Federation³ Russian Children's Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation✉ **Oleg B. Zhukov**, Dr. Med. Sci., Professor of Chair, Urologist-Andrologist, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3872-5392, e-mail: ob.zhukov@yandex.ru**Dinar A. Safin**, Pediatric Urologist-Andrologist; orcid.org/0000-0001-9436-3352

Abstract

The article presents data on diagnostics and treatment of venous malformation (VM) of the penis in four children aged 2, 7, 10 and 15 years, average age 8.5 ± 5.4 years, and four adults aged 18, 20, 28 and 42 years, average age 27 ± 12.4 years. Seven patients had a local form of VM limited to the spongy body of the urethra, one had a generalized form of VM with damage to the pelvis, gluteal region, right lower limb, penis. After local sclerotherapy of VM with bleomycin, patients noted the disappearance or significant reduction of its manifestations. VM is a developmental defect of venous vessels – it is a low-flow malformation, which has a number of significant differences in pathogenesis from hemangioma, especially from arteriovenous malformation, which a practicing urologist-andrologist or pediatric andrologist-urologist must take into account during diagnosis and selection of a treatment method.

Keywords: venous malformation, sclerotherapy, sirolimus, rapamune, bleomycin

For citation: Zhukov O.B., Safin D.A. Venous malformations of the penis in adults and children. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2025; 12 (2): 265–274 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2025-12-2-265-274

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

Received May 12, 2025
Accepted May 30, 2025

Введение

Венозная мальформация (ВМ) представляет собой врожденный порок развития вен, который является следствием соматической мутации эмбрионального периода, приводящей к локальному нарушению гемодинамики [1]. Согласно классификации Международного общества по изучению сосудистых аномалий (International Society for the Study Vascular Malformation – ISSVA) ВМ относятся к медленно-поточковым сосудистым аномалиям, что является принципиальным для формирования концепции лечения у этой сложной категории больных. Очаговые формы представлены локальным флeбэктазом, который может располагаться на любом участке кожного покрова или слизистых оболочек. Частота встречаемости очаговых форм составляет до 65% среди всех сосудистых мальформаций [2]. Диффузные и синдромальные формы встречаются в 1–2% наблюдений, имеют аутосомно-доминантное наследование и могут приводить к развитию хронической венозной недостаточности и гипертрофии мягких тканей [3].

Существуют заболевания, связанные с ВМ. К ним можно отнести синдром невуса по типу синего резинового пузыря (синдром Бина). Это редкая мультифокальная ВМ, которая проявляется в виде образования множества папул синего или черного цвета на коже, в голове и внутренних органах, чаще в желудочно-кишечном тракте. Заболевание очень тяжелое и часто связано с серьезными и потенциально фатальными кровотечениями и анемиями. Лечение состоит из комбинации медикаментозного, хирургического и эндоскопического методов.

Также различают синдром Маффуччи – это редкое, генетическое и крайне тяжелое заболевание, которое сочетает в себе комбинацию ВМ и энхондроматоза. Заболевание приводит к значительной деформации конечностей, особенно на пальцах рук и ног, их укорочению и переломам. Сосудистые мальформации при данном пороке проявляются на коже или подкожно-жировой клетчатке, но могут возникать во внутренних органах и слизистых оболочках. Также при этом пороке возможно появление лимфатических мальформаций (лимфангиом).

Гломусовенозная мальформация – это наследственная, мультифокальная ВМ, которая характеризуется наличием гломусных клеток в стенках аномальных сосудов. Заболевание проявляется в виде множества мелких пятен

и папул на коже. Цвет высыпаний варьируется от розового до голубовато-фиолетового. Чаще всего заболевание проявляется на конечностях, но возможны варианты проявления на слизистой оболочке полости рта, век и в мышцах [4].

Диагноз ВМ, как и всех других сосудистых аномалий, ставится на основании тщательно собранного анамнеза, физикального осмотра и инструментальных методов исследования: ультразвукового исследования (УЗИ), компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и ангиографии [5]. В режиме триплексного исследования в области мальформации визуализируются легко сжимаемые отдельные лакунарные участки сосудистого картирования с минимальным венозным спектром кровотока, ограниченного скоростью в несколько сантиметров в секунду. Иногда в образовании определяются эхо-плотные тени – флeболиты (сгустки осевших эритроцитов). В самом образовании кровотоков минимальный и не всегда регистрируется при цветовом доплеровском картировании (ЦДК) [6].

Использование ангиографии с диагностической целью неоправданно. КТ грудной клетки проводится для исключения генерализованной формы ВМ. Кавернозография и спонгиозография проводятся редко, в основном для исключения взаимоотношений спонгиозного и кавернозных тел, а также для исключения скрытой ВМ уретры. Эндоскопическая уретроскопия при ВМ проводится при уретроррагии и/или гемоспермии.

Следует отметить, что при ВМ отсутствуют артериовенозные соустья. Патологическая полость может продолжаться на другие, более проксимально расположенные участки спонгиозного тела уретры, что важно учитывать для определения истинных размеров и количества вводимого склерозанта.

На МРТ можно четко визуализировать не только анатомическое расположение мальформации в мягких тканях, но и выявить очаги, которые не всегда возможно найти на УЗИ. Для ВМ нет необходимости вводить внутривенный контрастный препарат, так как в режимах T1, T2 и жироподавления можно визуализировать патологическое жидкостное (кровь или лимфа) образование [7]. На МРТ можно определить объем мальформации и рассчитать объем вводимого склерозанта.

Осложнения при ВМ зависят от глубины и объема поражения: к ним можно отнести отеки, болезненность в зоне поражения, варикозное расширение вен, кровотечения, в том числе контактные, нарушение свертываемости крови, образование тромбозов и тромбозов флебита.

Лечение ВМ включает в себя такие методы, как длительное или постоянное ношение компрессионного трикотажа, склеротерапию, хирургическое удаление, лазеротерапию, медикаментозное лечение. Стоит отметить, что варианты лечения могут комбинироваться в зависимости от локализации, размеров, симптомов и осложнений.

В некоторых случаях ВМ путают с младенческими гемангиомами. При глубоком изолированном расположении ее кожа может быть не изменена. ВМ, как правило, мягкие на ощупь и при нажатии легко сжимаются, меняя цвет. Обычно они увеличиваются с возрастом, пропорционально росту ребенка. Однако такие факторы, как травма, операция, инфекции, гормональные изменения, связанные с половым созреванием, могут привести к их бурному росту.

Локализация в области полового члена является редкой и вызывает трудности диагностики и лечения у практикующих докторов. В нашей работе представлены клинические наблюдения пациентов с ВМ полового члена, что стало целью исследования.

Описание случаев

Мы располагаем данными диагностики и лечения ВМ полового члена четырех детей 2, 7, 10 и 15 лет, средний возраст $8,5 \pm 5,4$ года и четырех взрослых 18, 20, 28 и 42 лет, средний возраст $27 \pm 12,4$ года. У семи больных из них была локальная форма ВМ, ограниченная спонгиозным телом уретры, у одного – генерализованная форма ВМ с поражением таза, ягодичной области, правой нижней конечности, полового члена.

У 5 из 8 больных диагноз был заподозрен только после операции циркумцизио. Взрослые больные в трех случаях предъявляли жалобы на уретроррагию при эрекции, увеличение размеров головки полового члена и ее асимметрию при эрекции, синюшность, эректильную дисфункцию, мужской фактор бесплодия в браке, гемоспермию, искривление

полового члена при эрекции. Максимальный катамнез заболевания до лечения – 26 лет. Среднее время обращения больного от момента возникновения жалоб – $6,8 \pm 5,1$ года.

Всем пациентам перед лечением выполнено УЗИ с ЦДК и МРТ. Лечение осуществлялось в операционной. В качестве метода лечения всем пациентам проведено чрескожное склерозирование ВМ раствором блеомицина. Всего выполнено от 1 до 3 процедур. Концентрация склерозирующего вещества составляла 1 мг/кг, но не более 15 мг за одно введение, разведенного в 5 мл физиологического раствора. После сеанса склерозирования пациентам наложена давящая повязка на область головки полового члена сроком на 3–4 ч. Повторные этапы склерозирования выполнялись в сроки 3–6 мес от предыдущего этапа.

При генерализованной форме дополнительно использовался сиролimus (рапамицин). После проведения оперативного лечения осуществлялся фотоконтроль через 1, 2, 3 и 6 мес. Через 3–6 мес у пациентов был достигнут положительный клинический результат: при оценке патологических изменений клинически и по данным УЗИ отмечалось уменьшение ВМ в объеме на 60–90%.

Описание случая 1

Пациент Т., 7 лет. После операции циркумцизио в возрасте 1 года было обнаружено образование фиолетового цвета, расположенное в области головки полового члена (рис. 1). Докторами по месту жительства данное образование было расценено как младенческая гемангиома и предложена операция по удалению образования. Через 6 мес после удаления образования произошел рецидив, но родители

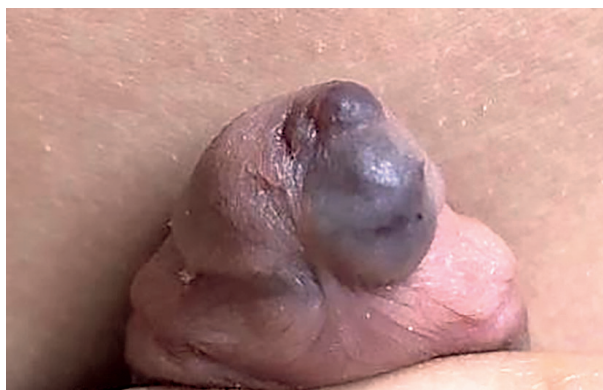


Рис. 1. Пациент Т., 7 лет. Внешний вид венозной мальформации в области головки полового члена

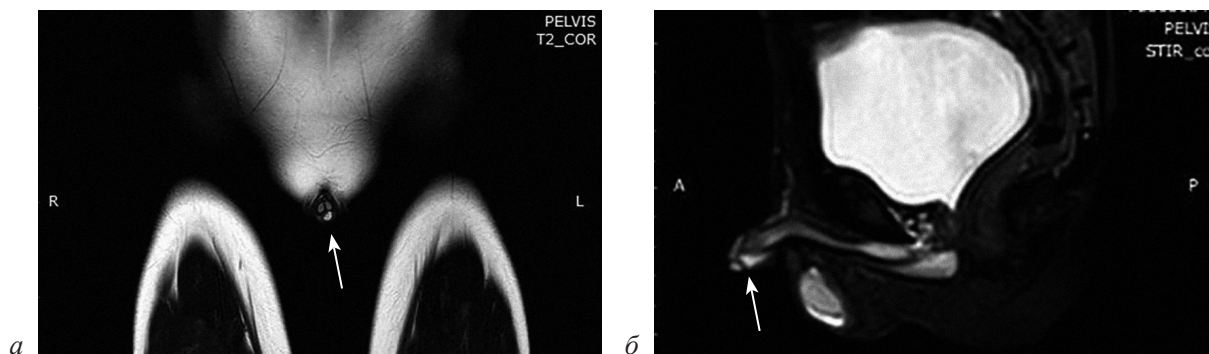


Рис. 2. Магнитно-резонансная томография до склеротерапии (венозная мальформация указана стрелкой):

a – в режиме T2 во фронтальной проекции; *б* – в режиме STIR в сагиттальной проекции



Рис. 3. Внешний вид венозной мальформации через 1 мес после склеротерапии блеомицином

от повторной операции отказались. В возрасте 7 лет у ребенка стал отмечаться болевой синдром в области расположения мальформации, что и послужило поводом для консультации. На МРТ было выявлено гиперинтенсивное образование в режимах T2 и STIR, расположенное в головке полового члена (рис. 2). Под местной аппликационной анестезией «ЭМЛА» была выполнена склеротерапия с блеомицином. В образование введено 5 мг действующего вещества в разведении с физиологическим раствором в 1,0 мл. Через 1 мес образование полностью лизировалось (рис. 3). Период катамнеза составляет 2 года, рецидива не отмечено.

Описание случая 2

Больной М., 42 лет, житель Нижнего Новгорода обратился в Международный центр андрологии с жалобами на наличие си-
нюшной деформации головки полового члена,

увеличивающейся при эрекции. В анамнезе циркумцизию выполнена в 32 года по месту жительства, после которого больной отметил наличие данного образования (рис. 4). При УЗИ и МРТ выявлена ВМ полового члена размерами 30×24×55 (рис. 5, 6). Под местной аппликационной анестезией «Акриол» произведена склеротерапия блеомицином суммарно 15 мг (рис. 7). Послеоперационный период протекал без осложнений. Через 2,5 мес образование уменьшилось в размерах (рис. 8).

Повторный курс для пациента с учетом распространенности процесса до средней трети уретры будет проведен через 6 мес от момента проведения первого курса. Нарушения мочеиспускания уретроррагии после операции не отмечал.



Рис. 4. Пациент М., 42 года. ВМ головки полового члена

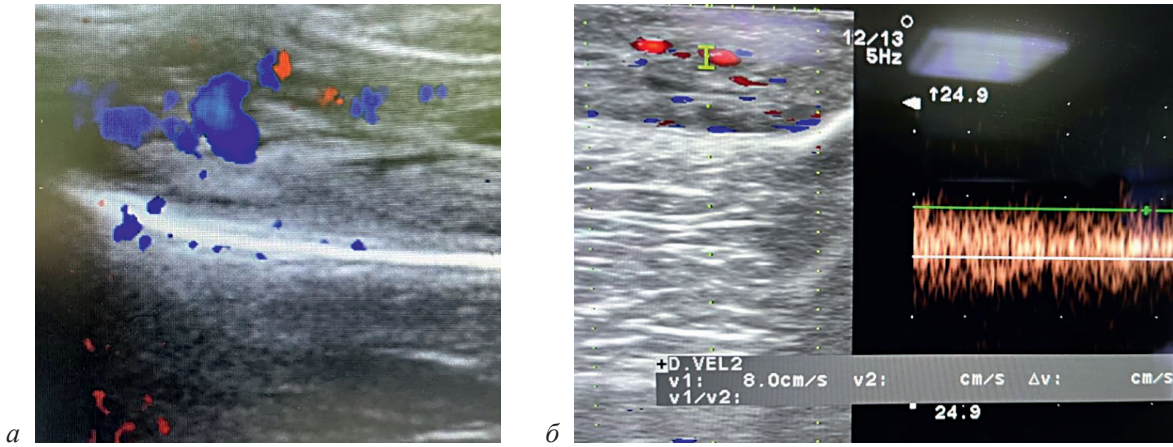


Рис. 5. Цветовое доплеровское исследование ВМ:

а – локусы цветового доплеровского картирования венозной мальформации головки полового члена; *б* – триплексный режим исследования, низкоскоростной характер монофазного кровотока в очагах венозной мальформации

Рис. 6. Магнитно-резонансная томография ВМ уретры у больного 42 лет

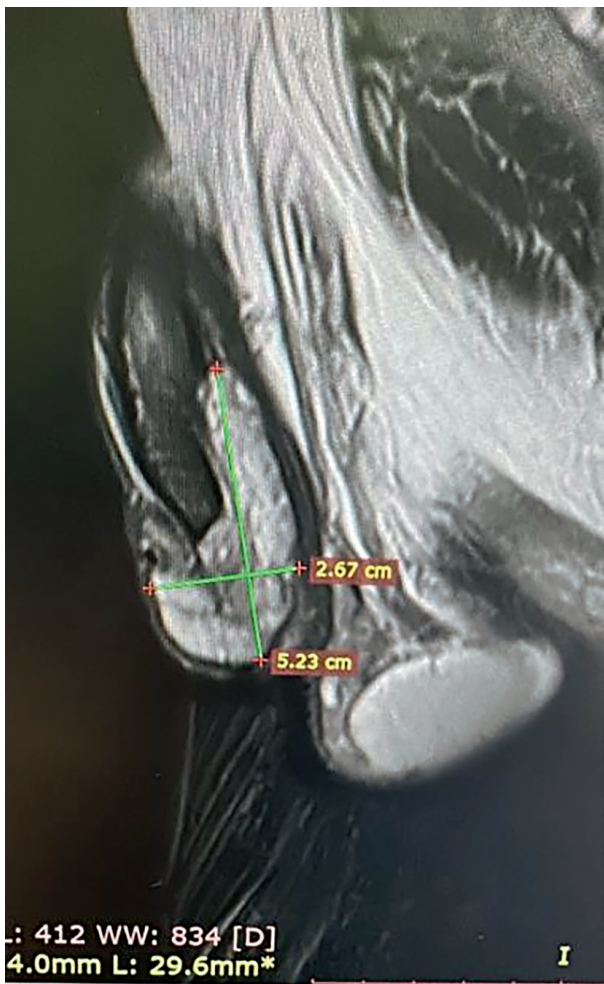


Рис. 7. Этап склеротерапии блеомицином – введение склерозанта в полость мальформации

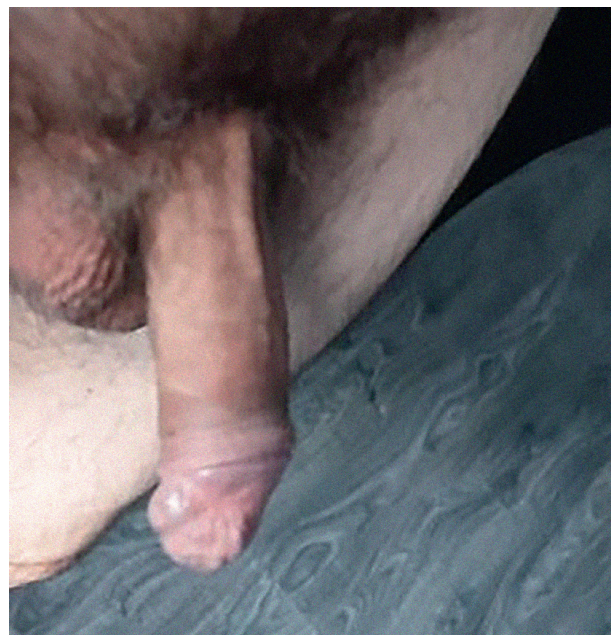


Рис. 8. Внешний вид через 2,5 мес после склеротерапии



Рис. 9. Внешний вид больного А. с генерализованной формой венозной мальформации (а–г)

Описание случая 3

Больной А., 28 лет, житель республики Казахстан с генерализованной формой ВМ обратился в марте 2023 г. с жалобами на увеличение в размерах полового члена, отсутствие спонтанных и адекватных эрекций, бесплодие в семейной паре в течение 12 мес. С мая 2001 по март 2003 г. в Ташкенте перенес 6 рентгено-эндоваскулярных и открытых операций, связанных с эмболизацией внутренних подвздошных артерий с обеих сторон и скелетизацией бедренных, подчревных и глубоких артерий бедра, иссечение кавернозной гемангиомы стопы с пластикой местными тканями. При осмотре имеются множественные вено-

зные поражения правой ягодичной области правого бедра, правой стопы, мошонки и полового члена (рис. 9).

При УЗИ полового члена в дуплексном режиме в области головки выявлялись множественные гипо- и анэхогенные линейные разнокалиберные и идущие вдоль спонгиозного тела уретры структуры с незначительным кровотоком, скорость кровотока в правой кавернозной артерии снижена до 12 см/с в левой кавернозной артерии не определяется (рис. 10).

По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с контрастом в мягких тканях ягодичной области справа, правого бедра (в структуре мышц, а так-

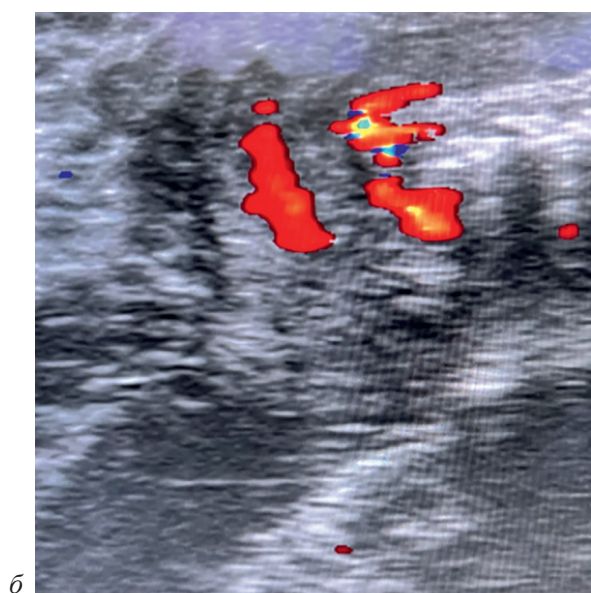
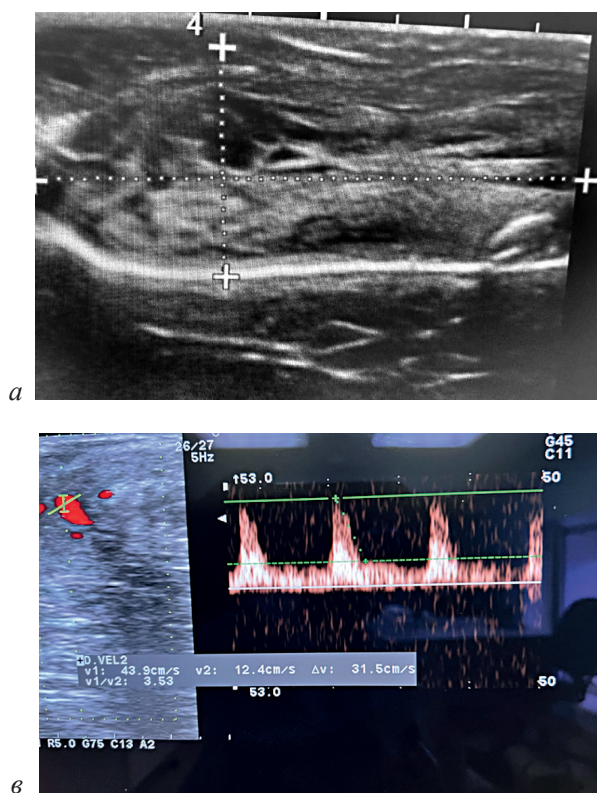


Рис. 10. Ультразвуковое исследование полового члена:

а – измерение протяженности венозной мальформации полового члена в серошкальном В-режиме; б – очаги картирования венозной мальформации в цветовом доплеровском режиме; в – триплексный режим картирования снижения артериального кровотока в кавернозной артерии полового члена

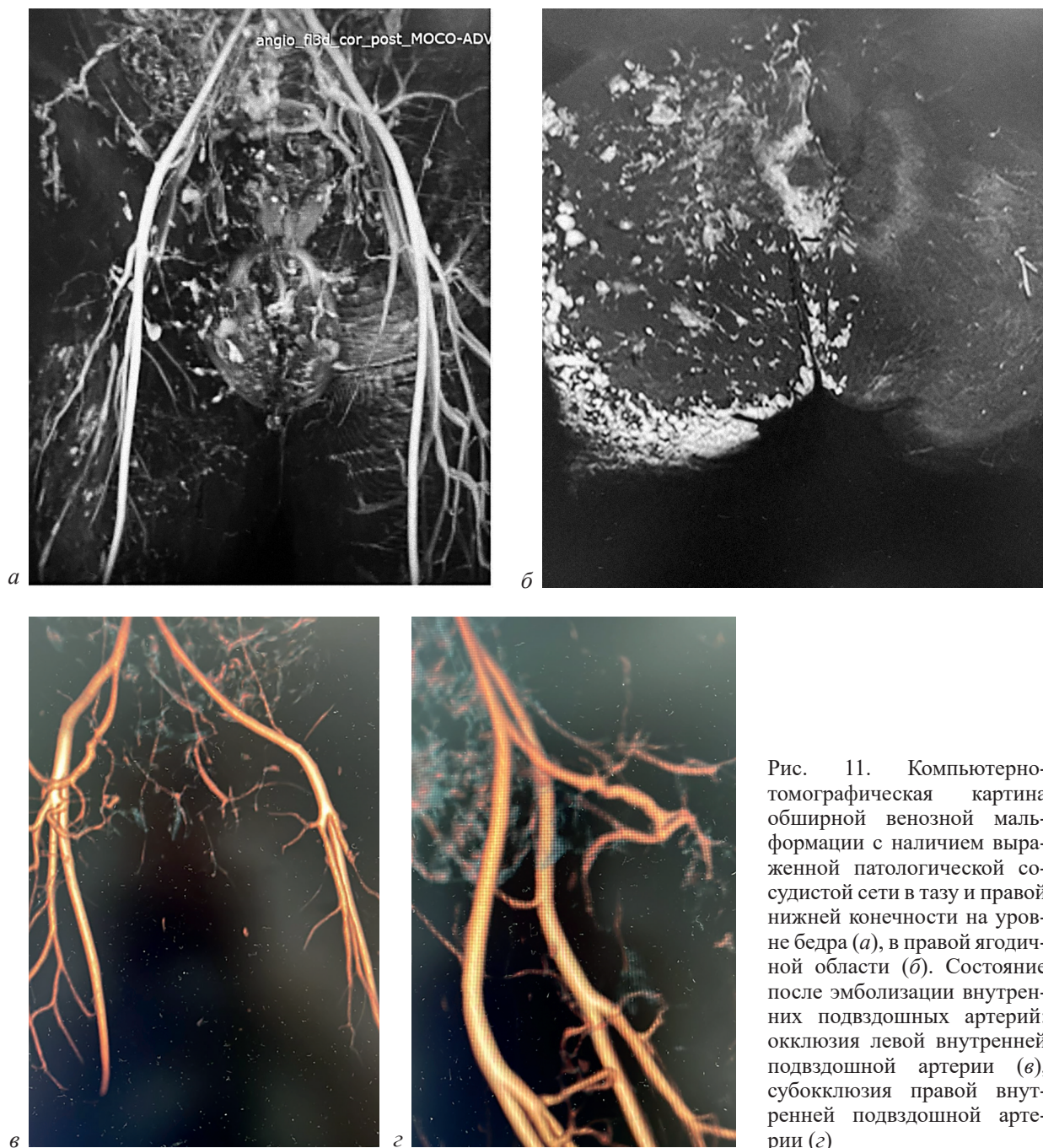


Рис. 11. Компьютернотомографическая картина обширной венозной мальформации с наличием выраженной патологической сосудистой сети в тазу и правой нижней конечности на уровне бедра (а), в правой ягодичной области (б). Состояние после эмболизации внутренних подвздошных артерий: окклюзия левой внутренней подвздошной артерии (в), субокклюзия правой внутренней подвздошной артерии (г)

же в межмышечной и подкожной жировой клетчатке) определяется извитая патологическая сосудистая венозная сеть, отдельные сосуды – с признаками умеренного контрастирования стенок. Аналогичные изменения в виде сети извитых расширенных сосудов отмечаются в мягких тканях правой голени (преимущественно в структуре икроножной мышцы), а также на уровне правой стопы. Прослеживается их контрастирование в венозную фазу (+15–40 Ну к артериальной фазе). В подкожной клетчатке правой голени, в ее задних отделах имеются крупные венозные

сосудистые структуры диаметром до 18 мм, сливающиеся в конгломераты, с умеренным усилением контрастирования в артериальную и позднюю венозную фазы до +20–30 Ну. Отмечается диффузно-неоднородные изменения структуры мышц бедра и икроножных мышц справа.

В структуре отдельных расширенных сосудов на уровне голени и бедра определяются высокоплотные включения (флеболиты либо эмболизационный материал) (рис. 11).

В лабораторных тестах: спермограмма – нормозооспермия, в коагулограмме обраца-

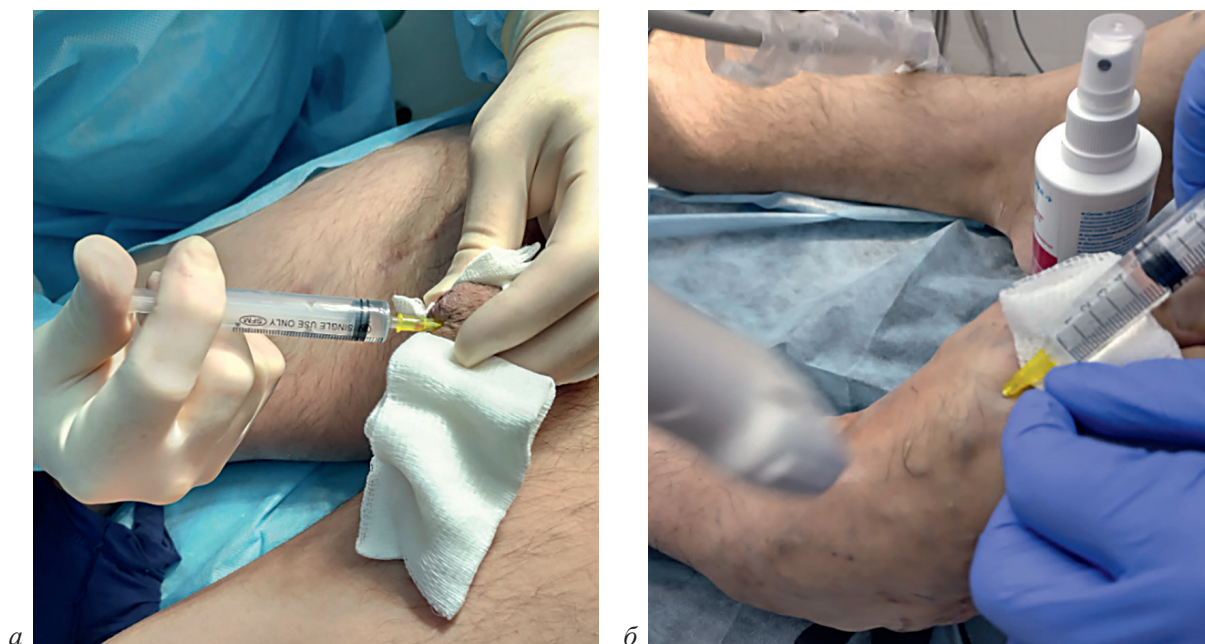


Рис. 12. Склеротерапия полового члена и стопы, больной А., 28 лет (а, б)



Рис. 13. Внешний вид через 1 мес. Больной А., 28 лет (а, б)

ло на себя внимание повышение D-димера до 12 346 нг/мл (норма менее 243 нг/мл). 3.04.2023 г. под местной аппликационной анестезией «Акриол Про» больной оперирован, проведена склеротерапия головки полового члена и правой стопы. Суммарно введено 30 мг блеомицина по 15 мг в каждую зону (рис. 12).

Послеоперационный период без осложнений. Назначен сиролimus 1 мг/м² 2 раза в день длительно. С контрольным осмотром через 4 дня и 1 мес с определением уровня сиролимуса в крови (рис. 13). Больной наблюдается

по месту жительства. Отмечает улучшение эректильной функции.

Обсуждение

Главным мотивом для публикации данной работы является отсутствие у большинства взрослых урологов опыта ведения этой категории больных. Данный факт приводит к резко возросшему сроку поиска компетентного врача и адекватного лечения у этой весьма уязвимой категории пациентов. В среднем до 8 лет проходит у пациентов от момента манифеста-

ции заболевания до встречи со специалистом. При этом следует отметить наличие врожденного фимоза как скрытого фактора поддержания этого заболевания, который в нескольких случаях привел к манифестации заболевания в возрасте 36 лет и более при наличии уже 2 и более детей в семье и множественных проведенных медосмотров в связи с постоянной службой морским офицером. Эти факты отсылают медицинское сообщество к необходимости просвещения для пациентов и публикаций центральной медицинской печати.

Диагностика ВМ спонгиозного тела уретры является сложной задачей. Следует отметить, что у таких больных чаще всего есть другие признаки системной дисплазии соединительной ткани (в данном случае они проявлялись в виде дополнительной хорды в половом члене, с его искривлением). Следует быть внимательным при обследовании этой категории больных и проявлять настороженность в отношении возможности наличия венозной патологии в других областях тела в виде расширения вен перипростатического венозного сплетения, вен семенного канатика, наличия признаков веноокклюзивной эректильной дисфункции, наличия геморроя, варикозного расширения вен нижних конечностей. Целесообразно проводить дополнительное обследование других слизистых оболочек у категорий больных с признаками уретроррагии. Для этих целей следует применять гастроскопию, колоноскопию или ректороманоскопию. Дифференциальный диагноз следует проводить с гемангиомами. Диагностический алгоритм включает в себя применение ультразвуковой доплерографической ангиографии полового члена и МРТ с контрастированием. В случае уретроррагии возможно применение уретроскопии в лечебно-диагностических целях.

Основные методы лечения включают в себя склеротерапию, лазерную фотодеструкцию с использованием лазерного излучения с длиной волны 1064 нм с длинным импульсом, при обширных или синдромальных формах – таргетная терапия рапамуном (сиролимус), а также хирургическое удаление патологических тканей [7]. Возможна комбинация различных методов лечения.

Для склеротерапии медленно-поточковых сосудистых аномалий используется блеомицин – это гликопептидный антибиотик с противоопухолевыми свойствами, который

за счет активации NLRP3/каспаза-1/GSDMD эндотелия приводит к клеточному пироптозу и фиброзу ткани [8]. Среди побочных эффектов от интралесионального введения блеомицина указываются появление отека, тошноты, рвоты, слабости, редко – появление «хлыстовой гиперпигментации» [9]. Рекомендуется использовать разведение от 0,3 до 1 мг/мл [10]. Допустимо использование блеомицина у детей. Для усиления эффекта ряд авторов прибегает к комбинации различных склерозирующих агентов [11, 12].

Попытки наших коллег – рентгенэндоваскулярных хирургов из других стран купировать генерализованную ВМ подростка и затем молодого мужчины (больной А., 28 лет) путем множественных эмболизаций артериальных сосудов таза не имеет под собой патогенетической основы лечения данного заболевания. Данная тактика является принципиально неправильной. А результаты адекватно проведенного лечения в виде нескольких курсов склеротерапии, длительного более 6 мес приема рапамуна (сиролимус) с последующей реканализацией внутренних подвздошных сосудов привело к практически полной сексуальной реабилитации больного и восстановлению кровотока в артериях полового члена и эректильной функции.

Заключение

Венозная мальформация представлена пороком развития венозных сосудов – это низкопоточковая мальформация, которая имеет ряд существенных отличий в патогенезе от гемангиомы, тем более от артериовенозной мальформации, которые практикующий врач уролог-андролог или детский андролог-уролог должен учитывать во время диагностики и выбора метода лечения. В настоящее время для систематизации сосудистых аномалий используют классификацию Международного общества по изучению сосудистых аномалий (ISSVA), принятую в 1996 г. [4]. Принципиальным вопросом в этой классификации является разделение сосудистых аномалий на сосудистые опухоли и мальформации. Гемангиома представляет собой эндотелиальную гиперплазию и является доброкачественной опухолью. Мальформация – это дефект строения сосудов, который возникает в процессе эмбрио- и васкулогенеза. Данный дисморфогенез тре-

бует дообследования с применением лучевых и эндоскопических методов обследования в момент обращения. Выбор метода склеротерапии является оптимальным для достижения клинического результата.

В нашем наблюдении мы продемонстрировали лечение ВМ головки полового члена с использованием блеомицина у пациентов различного возраста с хорошим клиническим результатом

Литература/References

1. Sadick M., Müller-Wille R., Wildgruber M., Wohlgemuth W.A. Vascular anomalies (Part I): classification and diagnostics of vascular anomalies. *Rofo*. 2018; 190 (9): 825–835. DOI: 10.1055/a-0620-8925
2. Markovic J.N., Shortell C.K. Venous malformations. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2021; 62 (5): 456–466. DOI: 10.23736/S0021-9509.21.11911-1
3. Nguyen H.L., Boon L.M., Vikkula M. Genetics of vascular anomalies. *Semin. Pediatr. Surg.* 2020; 29 (5): 150967. DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2020.150967
4. International Society for the Study of Vascular Anomalies (ISSVA): <https://www.issva.org/> (дата обращения 11.03.2025 / accessed March 11, 2025).
5. Жуков О.Б., Синицин В.Е., Рудин Ю.Э., Романов Д.В., Бабушкина Е.В. Венозная мальформация спонгиозного тела уретры. *Андрология и генитальная хирургия*. 2017; 18 (3): 20–26.
Zhukov O.B., Sinitin V.E., Rudin Yu.E., Romanov D.V., Babushkina E.V. Venous malformation of the spongy body of the urethra. *Andrology and Genital Surgery*. 2017; 18 (3): 20–26 (in Russ.).
6. Lee J.Y., Suh D.C. Visualization of soft tissue venous malformations of head and neck with 4D flow magnetic resonance imaging. *Neurointervention*. 2017; 12 (2): 110–115. DOI: 10.5469/neuroint.2017.12.2.110
7. Alexander M.D., Hughes N., Cooke D.L., Hess C.P., Frieden I.J., Phelps A.S., Dowd C.F. Revisiting classic MRI findings of venous malformations: changes in protocols may lead to potential misdiagnosis. *Neuroradiol. J.* 2018; 31 (5): 509–512. DOI: 10.1177/1971400918791787
8. Plettendorff L., Werner J.A., Wiegand S. Vascular malformations of the head and neck in children. *In Vivo*. 2023; 37 (1): 366–370. DOI: 10.21873/invivo.13087
9. Chen S., Wang Y., Gao Q., Cui J., Shen W. Bleomycin induces endothelial cell pyroptosis and regulates fibrosis by activating the NLRP3/caspase-1/GSDMD pathway: a possible mechanism contributing to the sclerotherapy of venous malformations. *J. Mol. Histol.* 2024. DOI: 10.1007/s10735-024-10264-8
10. Сафин Д.А., Агибалов Д.Ю. Развитие хлыстовой гиперпигментации кожи после использования блеомицина для склеротерапии сосудистых мальформаций с медленными потоковыми характеристиками. *Амбулаторная хирургия*. 2023; 20 (1): 58–66. DOI: 10.21518/akh2022-003
11. Safin D.A., Agibalov D.Y. The development of flagellate hyperpigmentation after use of bleomycin for sclerotherapy slow flow vascular malformations. *Ambulatornaya Khirurgiya = Ambulatory Surgery (Russia)*. 2023; 20 (1): 60–68 (in Russ.). DOI: 10.21518/akh2022-003
12. Cao J., Liu J., Zhang X., Wang Z. A systematic review and network meta-analysis of the effectiveness of sclerotherapy for venous malformation. *J. Vasc. Surg. Venous Lymphat. Disord.* 2023; 11 (1): 210–218.e3. DOI: 10.1016/j.jvsv.2022.08.004
13. Hanshu Z., Shaohua L., Anwei C. A novel compound sclerosant: polidocanol-bleomycin foam. *Dermatol. Surg.* 2020; 46 (12): 1712–1714. DOI: 10.1097/DSS.0000000000002533