



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

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

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

Все права защищены.

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов

Ответственный секретарь
Стаферов А.В.

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

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

**Компьютерная верстка
и обработка графического
материала**
Комарова Е.Ю.

Номер подписан в печать 26.12.2024

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 16,0

Усл. печ. л. 15,7

Уч.-изд. л. 13,1

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
2024; 11 (4): 393–520
DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4

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»

2024 • Т. 11 • № 4

Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

Зам. главного редактора

Абугов С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

Ответственный секретарь

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

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

Акчурин Р.С., академик РАН (Москва)	Порханов В.А., академик РАН (Краснодар)
Белов Ю.В., академик РАН (Москва)	Прокубовский В.И., профессор (Москва)
Белозеров Г.Е., профессор (Москва)	Рабкин И.Х., чл.-корр. РАН (Бостон, США)
Бокерия Л.А., академик РАН (Москва)	Сухов В.К., профессор (Санкт-Петербург)
Борисова Н.А., профессор (Санкт-Петербург)	Хубулава Г.Г., академик РАН (Санкт-Петербург)
Гавриленко А.В., академик РАН (Москва)	Честухин В.В., профессор (Москва)
Голухова Е.З., академик РАН (Москва)	Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)
Дземешкевич С.Л., профессор (Москва)	Шляхто Е.В., академик РАН (Санкт-Петербург)
Затевахин И.И., академик РАН (Москва)	Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)
Караськов А.М., академик РАН (Новосибирск)	Шпектор А.В., профессор (Москва)
Мазаев В.П., 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
2024; 11 (4): 393–520
DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4

Russian Journal of Endovascular Surgery

Endovaskulyarnaya Khirurgiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

DOI: 10.24183/2409-4080

2024 • Vol. 11 • No. 4

Editor-in-Chief

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

Deputy Editors

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

Executive Secretary

Staferov A.V., PhD (Moscow)

Editorial Board

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

Advisory Board

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

Эндоваскулярная хирургия

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

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

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

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

Индексируется в Российском индексе научного цитирования.

Выходит один раз в три месяца.

Публикация статей в журнале бесплатная.

Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya)

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

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

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

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

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

От главного редактора

397 From the Editor-in-Chief

Обзоры

Reviews

Розенбергер С.А., Ганиюков В.И. Реваскуляризация у пациентов с многососудистым поражением при остром коронарном синдроме

399 **Rozenberger S.A., Ganyukov V.I.** Revascularization in patients with multivessel lesions in acute coronary syndrome

Махмудов М.А., Баранов А.А., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Зайнобидинов Ш.Ш., Цыденова А.Ю., Крестьянинов О.В. Современное состояние проблемы коронарной болезни сердца у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечностей

413 **Makhmudov M.A., Baranov A.A., Khelinskiy D.A., Badoyan A.G., Zaynobilidinov Sh.Sh., Tsydenova A.Yu., Krestyaninov O.V.** Current state of problems of coronary heart disease in patients with chronic ischemia threatening limb loss

Оригинальные статьи

Original articles

Алесян Б.Г., Мелещенко 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

422 **Aleksyan 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

Эфендиева Н.М., Шевченко О.П., Созыкын А.В., Новикова Н.А., Шевченко А.О. Структурные изменения коронарных артерий у больных ишемической болезнью сердца, инфицированных вирусом иммунодефицита человека, по данным оптической когерентной томографии

435 **Efendieva N.M., Shevchenko O.P., Sozykin A.V., Novikova N.A., Shevchenko A.O.** An optical coherence tomography structural features of coronary arteries among HIV-positive ischaemic heart disease patients

Поляков Р.С., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Сафонова В.М., Карук М.В., Абугов С.А. Анализ изменения объема и диаметра инфраренального сегмента аорты у пациентов после эндопротезирования брюшной аорты

445 **Polyakov R.S., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Pureskiy M.V., Saakyan Yu.M., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Safonova V.M., Karuk M.V., Abugov S.A.** Analysis of changes in the volume and diameter of the infrarenal aortic segment in patients after abdominal aortic endoprosthesis

Терещенко А.С., Меркулов Е.В., Makeev M.I., Саидова М.А. Эффективность эндоваскулярного закрытия открытого овального окна в зависимости от анатомо-функциональных особенностей межпредсердной перегородки

452 **Tereshchenko A.S., Merkulov E.V., Makeev M.I., Saidova M.A.** The effectiveness of endovascular closure of patent foramen ovale depending on the anatomical and functional features of the interatrial septum

Парфенов И.П., Струценко М.В., Болотов П.А., Крайников Д.А., Логвиненко Р.Л., Полянский В.Д., Силин Н.А., Бобылев А.А., Абугов С.А. Персонализированное физическое трехмерное моделирование при сложном транскатетерном эндоваскулярном протезировании аортального клапана

462 **Parfenov I.P., Strutsenko M.V., Bolotov P.A., Kraynikov D.A., Logvinenko R.L., Polyanskiy V.D., Silin N.A., Bobilev A.A., Abugov S.A.** Personalized physical three-dimensional modeling in complex transcatheter endovascular aortic valve prosthesis

Клинические наблюдения

Case reports

Пилтакян В.Х., Жердев Н.Н., Тепляков Д.В. Эмболизация аутовенозного аортокоронарного шунта с целью снижения риска дисфункции стентов в нативной коронарной артерии

476 **Piltakyan V.Kh., Zherdev N.N., Teplyakov D.V.** Embolization of a venous bypass graft in order to reduce the risk of stent failure in a native coronary artery

Сохибов Д.Д., Фозилов Х.Г., Юлдашов Б.А., Атамуратов Б.Р. Непосредственные и шестимесячные исходы бифуркационного стентирования коронарных артерий с применением техники Culotte

487 **Sokhibov D.D., Fozilov Kh.G., Yuldashov B.A., Atamuratov B.R.** Primary and 6-month follow-up results of coronary artery bifurcation stenting using the Culotte technique

Пурсанов М.Г., Бедин А.В., Абрамян М.А., Пардаев Д.Б., Курако М.М., Ефремов С.О. Успешное многоэтапное эндоваскулярное лечение обструкции готической дуги аорты на фоне множественных гемангиом у ребенка с синдромом PHACE начиная с пятимесячного возраста

497 **Pursanov M.G., Bedin A.V., Abramyan M.A., Pardaev D.B., Kurako M.M., Efremov S.O.** Successful multi-stage endovascular treatment of obstruction of the gothic aortic arch with multiple hemangiomas in a child with PHACE syndrome starting from the age of 5 months

Джуракулов Ш.Р., Вечорко В.И., Северцев А.Н., Аносов В.Д., Хоконов М.А., Фахриев Ж.А., Ибрагимов С.А. Первый опыт проведения операции трансъюгулярного портокавального внутрипеченочного шунтирования при портальной гипертензии без использования йодсодержащего контрастного препарата

507 **Dzhurakulov Sh.R., Vechorko V.I., Severtsev A.N., Anosov V.D., Khokonov M.A., Fakhriev Zh.A., Ibragimov S.A.** The first experience of performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt for portal hypertension without the use of iodine-containing contrast agent

Мартirosyan Б.Р., Заргаров К.В., Шургая Т.Д., Чехленков П.А., Кузнецов А.М., Мелконян Г.Г. Эндоваскулярное лечение ложной аневризмы ветви глубокой бедренной артерии после сочетанного минно-взрывного ранения

513 **Martirosyan B.R., Zargarov K.V., Shurgaya T.D., Chekhlenkov P.A., Kuznetsov A.M., Melkonyan G.G.** Endovascular treatment of a false aneurysm of a branch of the deep femoral artery after a combined mine-explosion injury

От главного редактора

Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию последний, четвертый номер журнала «Эндоваскулярная хирургия» за 2024 г., в который включены работы, посвященные наиболее интересным и актуальным вопросам эндоваскулярного лечения ишемической болезни сердца, сосудистой патологии, врожденных и приобретенных пороков сердца.

Открывает номер обзорная статья С.А. Розенбергера и В.И. Ганюкова, посвященная современному состоянию проблемы реваскуляризации миокарда у пациентов с острым коронарным синдромом и многососудистым поражением венечных артерий. В следующей обзорной работе, М.А. Махмудова, А.А. Баранова, Д.А. Хелимского и соавт., рассмотрена проблема сочетания коронарной болезни сердца и хронической артериальной ишемии, угрожающей потерей конечности.

Раздел оригинальных статей открывает работа Б.Г. Алеяна, Н.Н. Мелешенко и В.В. Атрошенко, в которой изучены отдаленные результаты лечения ишемической болезни сердца под контролем моментального резерва коронарного кровотока у пациентов с многососудистым поражением венечных артерий. Продолжает раздел статья Н.М. Эфендиевой, О.П. Шевченко, А.В. Созыкина и соавт., посвященная структурным изменениям коронарных артерий у больных ишемической болезнью сердца, инфицированных ВИЧ, по данным оптической когерентной томографии. В работе Р.С. Полякова, К.А. Кур-ипа, Ш.Г. Чаргазия и соавт. приведен анализ изменения объема и диаметра инфраренального отдела аорты у пациентов после эндопротезирования. Статья А.С. Терещенко, Е.В. Меркулова, М.И. Макеева и М.А. Саидовой посвящена изучению эффективности эндоваскулярного закрытия открытого овального окна в зависимости от анатомо-функциональных особенностей межпредсердной перегородки. Завершает раздел оригинальная статья И.П. Парфенова,



М.В. Струценко, П.А. Болотова и соавт., в которой исследуется персонифицированное физическое трехмерное моделирование при сложном транскатетерном протезировании аортального клапана.

Раздел клинических наблюдений открывает работа В.Х. Пилтакяна, Н.Н. Жердева и Д.В. Теплякова, в которой описан случай эмболизации аутовенозного аортокоронарного шунта в целях снижения риска дисфункции стентов после стентирования нативной коронарной артерии. В статье Д.Д. Сохибова, Х.Г. Фозилова, Б.А. Юлдашова, Б.Р. Атамуратова представлены непосредственные и шестимесячные отдаленные результаты бифуркационного стентирования коронарных артерий, выполненного по методике Culotte. В работе М.Г. Пурсанова, А.В. Бедина, М.А. Абрамяна и соавт. приведено клиническое наблюдение успешного многоэтапного эндоваскулярного лечения обструкции готической дуги аорты на фоне множественных гемангиом у ребенка с синдромом РНАСЕ начиная с пятимесячного возраста. В статье Ш.Р. Джуракулова, В.И. Вечорко, А.Н. Северцева и соавт. представлен первый опыт проведения операции трансъюгулярного портокавального внутривенного шунтирования при портальной гипертензии без использования йодсодержащего контрастного

препарата. Завершает номер клиническое наблюдение Б.Р. Мартиросяна, К.В. Заргарова, Т.Д. Шургая и соавт., посвященное эндоваскулярному лечению ложной аневризмы ветви глубокой бедренной артерии после сочетанного минно-взрывного ранения.

Мы надеемся, что представленные в последнем в 2024 г. номере журнала «Эндоваскулярная хирургия» статьи, имеющие безус-

ловное научное и практическое значение, будут интересны и полезны вам в клинической работе и приглашаем вас к дальнейшему сотрудничеству, целью которого является повышение уровня и качества оказания медицинской помощи нашим пациентам. От всей души поздравляем вас с Новым годом, желаем всего самого наилучшего и светлого в наступающем 2025 году.

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

Обзоры

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-089

Реваскуляризация у пациентов с многососудистым поражением при остром коронарном синдромеС.А. Розенбергер¹✉, В.И. Ганюков²¹ ГБУ «Курганская больница скорой медицинской помощи», Курган, Российская Федерация² ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация✉ **Розенбергер Сергей Александрович**, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0009-0001-4227-091X, e-mail: rozenberger81@mail.ru**Ганюков Владимир Иванович**, д-р мед. наук, заведующий отделом хирургии сердца и сосудов; orcid.org/0000-0002-9704-7678**Резюме**

Настоящая публикация посвящена эндоваскулярному лечению пациентов с многососудистым поражением при различных нозологических формах острого коронарного синдрома (ОКС). Гемодинамически значимые поражения двух и более коронарных артерий являются достаточно частой ангиографической картиной при ОКС и увеличивают риск неблагоприятных исходов. Проведенный обзор литературы показал, что полная реваскуляризация улучшает прогноз заболевания при ОКС, особенно в отдаленном периоде, что нашло отражение в клинических рекомендациях. При этом до сих пор остается открытым вопрос: каким способом, в каком объеме и в какой промежуток времени целесообразно выполнять восстановление коронарного кровотока? Анализ рандомизированных клинических исследований, метаанализов, систематических обзоров продемонстрировал, что полная реваскуляризация для всех нозологий ОКС является наиболее оптимальным вариантом лечения. Различные нозологические формы ОКС, разнообразие их клинической и анатомической картины у конкретного пациента требуют различных тактических подходов для достижения полной реваскуляризации. Основные формы лечения – одномоментная или этапная реваскуляризация. Роль внутрисосудистой визуализации уточняется, место коронарного шунтирования и гибридной реваскуляризации окончательно не определено. Единого лечебного сценария при многососудистом поражении и ОКС нет, решение вопросов полной реваскуляризации лежит в плоскости поиска методологии лечения в отдельных клинико-анатомических группах, и данный процесс продолжается.

Ключевые слова: многососудистое поражение, острый коронарный синдром, полная реваскуляризация миокарда

Для цитирования: Розенбергер С.А., Ганюков В.И. Реваскуляризация у пациентов с многососудистым поражением при остром коронарном синдроме. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 399–412. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-399-412

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.10.2024
Принята к печати 27.11.2024

Revascularization in patients with multivessel lesions in acute coronary syndromeS.A. Rozenberger¹✉, V.I. Ganyukov²¹ Kurgan Emergency Hospital, Kurgan, Russian Federation² Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation✉ **Sergey A. Rozenberger**, Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment; orcid.org/0009-0001-4227-091X, e-mail: rozenberger81@mail.ru**Vladimir I. Ganyukov**, Dr. Med. Sci., Head of Department of Cardiac and Vascular Surgery; orcid.org/0000-0002-9704-7678**Abstract**

This publication is devoted to the endovascular treatment of patients with multivessel lesion in various nosological forms of acute coronary syndrome (ACS). Hemodynamically significant lesions of two or more coronary arteries are a fairly common angiographic picture in ACS and increase the risk of adverse outcomes. A review of the literature

showed that complete revascularization improves the prognosis of the disease in ACS, especially in the long-term period, which is reflected in clinical guidelines. At the same time, the question still remains: in what way, to what extent and in what period of time is it advisable to restore coronary blood flow?

Analysis of randomized clinical trials, meta-analyses, and systematic reviews has demonstrated that complete revascularization for all ACS nosologies is the most optimal treatment option. Various nosological forms of ACS, the diversity of their clinical and anatomical picture in a particular patient require different tactical approaches to achieve complete revascularization. The main forms of treatment are one-stage or staged revascularization. The role of intravascular imaging is being clarified, the site of coronary artery bypass grafting and hybrid revascularization has not been definitively determined. There is no single treatment scenario for multivessel lesion and ACS, the solution to the issues of complete revascularization lies in the search for a treatment methodology in individual clinical and anatomical groups, and this process continues.

Keywords: multivessel lesion, acute coronary syndrome, complete myocardial revascularization

For citation. Rozenberger S.A., Ganyukov V.I. Revascularization in patients with multivessel lesions in acute coronary syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 399–412 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-399-412

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

Received October 22, 2024
Accepted November 27, 2024

Введение

Многососудистое поражение (МСП) при остром коронарном синдроме (ОКС) является одним из основных предикторов тяжести заболевания. По результатам ретроспективного анализа данных отечественного регистра ОКС РЕКОРД-3 было выявлено, что наличие МСП у пациентов с ОКС характеризуется большим риском неблагоприятных исходов (смерть + инфаркт миокарда + срочная госпитализация) в течение года после выписки из стационара, чем у пациентов с поражением только инфаркт-связанной артерии (ИСА) (13 и 5,5% соответственно) [1].

Четкого определения, что такое многососудистое поражение, нет. Одни авторы под этим термином подразумевают поражение двух и более коронарных артерий (КА) диаметром 2,5 мм или более и стенозом 70% и более на основании визуальной оценки или положительного внутрисосудистого физиологического тестирования при пограничной степени стенозирования [2]. В других публикациях многососудистое поражение определяют как наличие стеноза более 50% в двух и более эпикардиальных артериях диаметром 2,5 мм [3]. Дефиниция, которая учитывает как визуальную ангиографическую оценку, так и уровень фракционного резерва кровотока (ФРК) у больных с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) электрокардиограммы представлена S.R. Mehta et al. [4]. В группу с МСП авторы включали пациентов, у которых помимо ИСА регистрировалось пораже-

ние (окклюзия или стеноз более 70%) в бассейне одной или двух магистральных эпикардиальных артерий или со стенозами от 50 до 69% при показателе ФРК 0,8 и менее.

Многососудистое поражение – нередкая ангиографическая картина. Так, при ИМпST МСП регистрируется приблизительно у 50% пациентов [5]. При ИМпST, осложнившимся кардиогенным шоком (КШ), МСП выявляется у 65–70% госпитализированных [6]. У больных с ОКС без подъема сегмента ST (ОКСбпST) электрокардиограммы частота многососудистого поражения достигает 40–80% [7]. Пациенты с МСП при любых нозологических формах ОКС имеют худшие клинические исходы по сравнению с поражением одной КА [8].

Тактика чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при ОКС у больных с МСП зависит от нозологической формы заболевания (ИМпST и ОКСбпST), возможности диагностики ИСА и наличия кардиогенного шока.

Согласно рекомендациям European Society of Cardiology (ESC) 2023 г., всем больным с ОКС и ОКС с КШ в конечном счете показана полная реваскуляризация [9]. Только для каждого из видов ОКС есть определенные различия, как ее достигать. Это можно делать или в процессе первоначального ЧКВ, или при этапной реваскуляризации, предварительно выполняя ЧКВ ИСА [10]. При ОКС, осложненном КШ, показано только ЧКВ ИСА, а полная реваскуляризация откладывается на следующий этап [11]. Вопросы о виде реваскуляризирующей операции (ЧКВ или коронарное

шунтирование), сроках повторного вмешательства при этапном подходе пока не нашли решения. Для больных с ИМпСТ весь объем лечения при МСП должен быть завершен в течение 45 дней от первичной госпитализации [4], но отсутствует четкая доказательная база для показаний к одномоментному стентированию и этапному, которое необходимо завершить к 45-му дню от индексного события, а также роли коронарного шунтирования для пациентов, определенных ко второму этапу реваскуляризации после ИМпСТ. Однозначного решения о тактике достижения полной реваскуляризации при ОКСбпСТ в случае МСП нет [12]. В рекомендациях ESC 2023 г. [9] авторы откровенно говорят о наличии доказательной «бреши» в этом вопросе и необходимости тщательного рандомизированного анализа данной проблемы.

Таким образом, на сегодняшний день вопросы стратегии, тактики реваскуляризации больных с ОКС и МСП до конца не решены, и целью настоящей работы является анализ современного состояния данного вопроса, обзор решенных и не ясных аспектов проблемы, а также попытка установить перспективные направления лечебных методологий и научного поиска для ответа на открытые вопросы.

Современные подходы к реваскуляризации у больных с МСП при ИМпСТ

На сегодняшний день принята стратегия превентивного стентирования не-ИСА у пациентов с МСП при ИМпСТ в течение 45 сут после первичного ЧКВ (пЧКВ) ИСА – I класс показаний [9]. Выбор метода достижения полной реваскуляризации (многососудистое стентирование в течение индексного пЧКВ или этапное во время повторного вмешательства) окончательно не решен.

Доказательная база представленного подхода основана на результатах, полученных в исследованиях PRAMI [13], CvLPRIT [14], DANAMI-3 – PRIMULTI [15], COMPARE-ACUTE [16], COMPLETE [4], где продемонстрировано преимущество многососудистого стентирования у больных с ИМпСТ при МСП. Лучшие результаты полной реваскуляризации по сравнению с ЧКВ только ИСА зарегистрированы при отдаленной оценке (1–3 года) комбинированной конечной точки, в которой

использовались различные сочетания неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов.

В исследовании PRAMI [13] вошли больные с ИМпСТ при МСП. Пациенты после ЧКВ ИСА рандомизированы в группы стентирования дополнительных стенозов (группа превентивного ЧКВ, n=234) или без такового (группа контроля, n=231). Комбинированная конечная точка (сердечная смерть, нефатальный повторный инфаркт миокарда или рефрактерная стенокардия) через 23 мес зарегистрирована у 9% пациентов группы превентивного ЧКВ и 22% пациентов группы контроля (отношение рисков (ОР) 0,35; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,21–0,58). Авторы пришли к выводу, что многососудистое ЧКВ в течение индексной процедуры по поводу ИМпСТ значительно снижает риск неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов по сравнению с ЧКВ только ИСА.

В исследовании CvLPRIT [14] 296 больных с ИМпСТ рандомизированы в группы с многососудистым стентированием (n=150) и первичным ЧКВ только ИСА (n=146). Многососудистое стентирование выполнялось как в течение пЧКВ, так и этапно в течение индексной госпитализации. По комбинированной конечной точке (смерть от всех причин, рецидив инфаркта миокарда, сердечная недостаточность, повторная реваскуляризация в результате клиники ишемии миокарда) к 12-му месяцу наблюдения группа многососудистого стентирования продемонстрировала достоверное преимущество перед группой пЧКВ только ИСА (10% против 21,2% соответственно, p=0,009).

В исследовании DANAMI-3 – PRIMULTI [15] метод многососудистого поэтапного стентирования в течение индексной госпитализации применялся с учетом значения фракционного резерва кровотока ($\leq 0,80$). Комбинированная конечная точка, определяемая как повторный ИМ, смерть от всех причин и реваскуляризация, вызванная ишемией, через 27 мес наблюдения была отмечена у 40 (13%) пациентов, перенесших многососудистое поэтапное стентирование, и у 68 (22%) пациентов, перенесших первичное ЧКВ ИСА (ОР 0,56; 95% ДИ 0,38–0,83). Авторы сделали вывод, что при ИМпСТ при МСП полная реваскуляризация с использованием ФРК значительно снижает риск неблагоприятных исходов в сравнении с пЧКВ только ИСА.

Протоколом проекта COMPARE-ACUTE [16] в группе полной реваскуляризации ($n=295$) предусматривалось ЧКВ не-ИСА только при ФРК $\leq 0,80$. При этом в 83,4% случаев многососудистое стентирование выполняли в течение индексного пЧКВ, а у 16,6% больных в течение индексной госпитализации. Вторая изучаемая группа состояла из больных, которым выполнялось пЧКВ только ИСА ($n=590$). К 12 мес наблюдения группа полной реваскуляризации продемонстрировала преимущество по первичной конечной точке исследования (7,8% против 20,5% соответственно, $p < 0,001$). Исходом исследования стало заключение о преимуществе методологии полного стентирования, выполненного у больных с ИМпСТ с применением ФРК для не-ИСА, перед пЧКВ только ИСА.

Завершающим элементом доказательной базы тактики реваскуляризации при МСП у больных с ИМпСТ явилась публикация K.R. Vainey et al. [17] в 2020 г., в которой представлен метаанализ 10 рандомизированных исследований, где оценивалась стратегия полной реваскуляризации у 7030 пациентов. Средний период наблюдения составил 29,5 мес. В данном исследовании не только подтверждена польза многососудистого стентирования по сравнению с ЧКВ только ИСА при ИМпСТ при анализе комбинированной конечной точки (сердечно-сосудистая смерть и инфаркт миокарда – 7,3% против 10,5% соответственно, $p=0,001$), но и впервые была показана достоверная разница по частоте сердечно-сосудистой смертности (2,5% против 3,1% соответственно, $p=0,04$).

На основании результатов исследования COMPLETE [4] в действующих европейских рекомендациях [9] четко определен срок, к которому у пациента с ИМпСТ при МСП необходимо завершить стратегию полной реваскуляризации, – 45 сут.

Дизайн исследования COMPLETE [4] предусматривал сравнение группы многососудистого стентирования ($n=2016$) и ЧКВ только ИСА ($n=2025$). COMPLETE – самое большое рандомизированное исследование, посвященное оценке полной реваскуляризации при ИМпСТ, где показанием для ЧКВ не-ИСА был стеноз более 70% на основании ангиографической оценки или ФРК $\leq 0,80$. В группе многососудистого стентирования вмешательство на не-ИСА выполнялось этапно, в сроки не бо-

лее 45 сут после пЧКВ. Первичная конечная точка (комбинация сердечно-сосудистой смерти и инфаркта миокарда) оценивалась через 3 года. По числу случаев первичной конечной точки группа многососудистого стентирования имела достоверное преимущество перед группой ЧКВ только ИСА (7,8% против 10,3% соответственно, $p=0,004$).

Следует отметить, что четкого определения той самой группы, в которой ЧКВ на не-ИСА может быть обоснованным в рамках пЧКВ, пока не существует. Указание на техническую несложность дополнительного стентирования не-ИСА может служить обоснованием одномоментного многососудистого стентирования в рамках пЧКВ. С учетом накопленного нами клинического опыта считаем, что полная реваскуляризация во время индексного пЧКВ возможна также в ситуациях, когда отмечаются существенный диаметр не-ИСА, большой объем миокарда в зоне риска ишемии при очевидной гемодинамической значимости данного поражения, возможно, с признаками субтотального стеноза и/или уязвимой атеросклеротической бляшки. В то же время, когда отсутствуют очевидные аргументы в пользу ЧКВ не-ИСА в рамках пЧКВ, но имеются анатомо-ангиографические и клинические факторы риска осложнений (сложные бифуркационные поражения, стенозы ствола левой коронарной артерии (СтЛКА), выраженный кальциноз, протяженные бляшки, хроническая болезнь почек с риском усугубления почечной дисфункции при увеличении объема рентгеноконтрастного вещества), следует склоняться в пользу поэтапной реваскуляризации вне рамок пЧКВ.

Таким образом, комбинируя данные доказательной медицины и результаты реальной клинической практики, современным подходом к реваскуляризации у больных с МСП при ИМпСТ необходимо признать полную реваскуляризацию в течение 45 дней со стентированием значимых не-ИСА. Выбор времени проведения ЧКВ не-ИСА (в ходе пЧКВ или во время второго, этапного ЧКВ в сроки до 45 дней от момента индексного события) должен основываться на оценке риска осложнений ЧКВ не-ИСА и риска неблагоприятных исходов, связанных со стенозом не-ИСА, если он остается без реваскуляризации. Оценка значимости стеноза не-ИСА при помощи ФРК представляется более объективным подходом

при определении показаний для ЧКВ по сравнению с данными, полученными на основе ангиографического исследования.

Современные подходы к реваскуляризации у больных с МСП при ОКСбпСТ

Европейские клинические рекомендации (2023 г.) по лечению пациентов с ОКСбпСТ и МСП на основании мнения экспертов предлагают выполнять полную реваскуляризацию (класс IIa, уровень достоверности C) [9]. До сих пор не проведено крупных рандомизированных клинических исследований (РКИ), результаты которых определили бы выбор оптимальной стратегии лечения данной группы пациентов. Фактически доказательная база основана на одном РКИ, крупном обсервационном регистре и метаанализе 15 исследований, которые показали, что в долгосрочной перспективе полная реваскуляризация улучшает прогноз.

Целью двухцентрового рандомизированного открытого исследования SMILE [18] было сравнение двух методик полной реваскуляризации пациентов с МСП при ОКСбпСТ. 542 пациента были рандомизированы в соотношении 1:1 на две группы. В 1-й группе (n=264) полная реваскуляризация проводилась во время первичной процедуры, во 2-й (n=263) многососудистое стентирование КА было выполнено во время госпитализации (3–7 сут). Диагностика симптом-зависимой артерии при МСП осуществлялась по клиническим и ангиографическим параметрам. Первичная конечная точка исследования, которая определялась как сердечная смерть, летальный исход, повторный инфаркт, повторная госпитализация по поводу нестабильной стенокардии, повторная коронарная реваскуляризация и инсульт через 1 год, встречалась достоверно чаще в группе этапного стентирования (36 (13,63%) против 61 (23,19%) соответственно, отношение шансов (ОШ) 0,549 (0,363–0,828), $p=0,004$). Среди компонентов первичной конечной точки наибольший вклад в худшие результаты группы этапного стентирования внес показатель повторной реваскуляризации целевого стеноза. Авторы не смогли представить логичного объяснения этому факту, а тенденцию к большему числу ишемических исходов в группе этапного стентирования комментировали как результат не-

благоприятного влияния более длительной ишемии миокарда при ожидании второго этапа реваскуляризации в связи с ошибками в определении симптом-связанного стеноза при индексном ЧКВ. Авторами исследования был сделан следующий основной вывод: одномоментная полная реваскуляризация превосходит многоэтапное ЧКВ с точки зрения основных неблагоприятных сердечно-сосудистых и церебральных событий в течение года.

Именно на основании данного исследования в европейских рекомендациях 2020 г. с классом показаний IIb и уровнем достоверности В предлагается рассмотреть возможность полной реваскуляризации в виде многососудистого стентирования в течение индексного ЧКВ для больных с ОКСбпСТ и МСП [19]. Конечно, это исследование смогло обеспечить только самый низкий уровень обоснований необходимости многососудистого стентирования в рекомендациях, прежде всего из-за крайне низкого показателя SYNTAX у включенных пациентов, который был равен 15–16 баллам. Данное обстоятельство свидетельствует о создании организаторами исследования рафинированной группы больных с 2–3 локальными, доступными для вмешательства стенозами. Это исследование далеко от клинической практики, где уровень тяжести поражения коронарных артерий однозначно превышает 22 балла по SYNTAX [20].

Всегда ли полная реваскуляризация при МСП улучшает прогноз заболевания или достаточно выполнить только лечение стеноза симптом-зависимой артерии при ОКСбпСТ? В настоящее время лишь в одном регистре [12] сравниваются два этих подхода при выборе тактики ЧКВ. Данное проспективное обсервационное многоцентровое регистровое исследование является крупнейшим, в котором изучалось влияние одномоментной полной реваскуляризации на отдаленные клинические исходы у пациентов с ОКСбпСТ и МСП. В испытании участвовали 21 857 пациентов, которым выполняли стентирование КА с МСП. Целью данного исследования было сравнение результатов двух подходов к лечению: полное одномоментное стентирование КА (n=11 737) и ЧКВ только симптом-зависимой артерии (n=10 120). МСП определялось как наличие стеноза $\geq 75\%$ просвета двух и более крупных эпикардальных артерий, включая окклюзии КА. Первичным исходом

была смертность от всех причин. Длительность наблюдения в среднем составила 4,6 года. Характерно, что в группе многососудистого ЧКВ госпитальная летальность была выше (2,3% против 1,5%), при этом отдаленные результаты были противоположные. По результатам анализа данных регистра отмечена статистически значимая разница по показателю общей смертности между двумя группами (25,9% в группе частичной реваскуляризации и 22,5% в группе полной реваскуляризации; $p=0,0005$). Таким образом, полная реваскуляризация ассоциировалась со снижением общей смертности в долгосрочном периоде.

К тем же выводам пришли V.R. Siebert et al. на основании проведенного метаанализа [21]. Авторами объединены результаты 15 исследований с участием 171 279 пациентов, в которых оценивалась эффективность и безопасность одноэтапного многососудистого стентирования ($n=58\ 275$) у пациентов с ОКСбпСТ. При анализе краткосрочных результатов (в течение 30 сут после госпитализации) было выявлено, что в группе полной реваскуляризации более высокая частота серьезных нежелательных событий (ОШ 1,14; 95% ДИ 1,01–1,29; $p=0,03$) и инсульта (ОШ 1,94; 95% ДИ 1,01–3,72; $p=0,05$), но более низкая частота срочного коронарного шунтирования (ОШ 0,35; 95% ДИ 0,29–0,43; $p<0,00001$). В долгосрочной же перспективе (результат анализировался через 6 мес и более) у пациентов с полной реваскуляризацией реже наблюдались серьезные неблагоприятные сердечные события (ОШ 0,76; 95% ДИ 0,61–0,93; $p=0,009$), смерть от всех причин (ОШ 0,83; 95% ДИ 0,71–0,97; $p=0,03$) и повторная реваскуляризация (ОШ 0,62; 95% ДИ 0,42–0,90; $p=0,01$). Таким образом, многососудистое стентирование в течение индексной процедуры ЧКВ при ОКСбпСТ связано с более высоким краткосрочным риском, но с долгосрочной пользой. Также авторами было подтверждено предположение, что использование однократной многососудистой реваскуляризации у пациентов с ОКСбпСТ может быть применено при имеющихся показаниях для ЧКВ, что и нашло отражение в европейских клинических рекомендациях 2023 г. (класс IIa, уровень достоверности C) [9].

Обобщая полученные данные, можно сделать вывод, что метод полной одноэтапной реваскуляризации при ОКСбпСТ является пред-

почтительным. При этом зачастую в исследуемые группы не входили пациенты со сложными поражениями КА (бифуркационные поражения, стенозы ствола ЛКА, хронические окклюзии, кальцинированные сегменты), стентирование которых сопряжено с риском интраоперационных осложнений, увеличением объема контрастного вещества с последующей вероятностью появления контраст-индуцированной нефропатии. Поэтому целесообразно рассмотреть следующий подход в тактике лечения таких больных. При отсутствии технической сложности ЧКВ применять одномоментную реваскуляризацию КА. В противном случае, особенно у пациентов с выраженной тяжестью поражения коронарного русла (SYNTAX>32 баллов), подготовить пациента к этапному стентированию, в том числе с использованием методов измерения ФРК для исключения нецелесообразного стентирования.

Современные подходы к реваскуляризации у больных с МСП при кардиогенном шоке

Опубликованное в 1999 г. рандомизированное клиническое исследование SHOCK показало, что смертность от всех причин в течение 6-месячного наблюдения была значительно ниже в группе пациентов, которым выполняли реваскуляризацию, чем у больных, получавших консервативную терапию (50,3% против 63,1%; $p=0,027$) [22]. Данные исследования SHOCK послужили основанием для следующих рекомендаций по лечению больных с КШ: выполнение экстренной коронарографии и ЧКВ ИСА или коронарного шунтирования в случаях, не подходящих для эндоваскулярного вмешательства при кардиогенном шоке (класс I, уровень достоверности B) [9].

Частота встречаемости МСП при КШ достигает 80%, и оно связано с более высокой смертностью, чем поражение одной КА [11, 23]. В ранее опубликованных рекомендательных документах предлагается рассматривать возможность полной реваскуляризации, если анатомия КА позволяет выполнить ЧКВ [24]. В то же время одномоментное ЧКВ на пораженных КА также может нанести вред из-за высокой протромботической и воспалительной среды, длительности процедуры, значительного увеличения объема использования контрастного вещества, большей частоты перипроцедурных осложнений [25].

В 2017 г. было опубликовано рандомизированное многоцентровое исследование CULPRIT-SHOCK [11], в котором сравнивалась стратегия полной реваскуляризации МСП и лечение только ИСА при остром инфаркте миокарда (включены больные с ИМпST и ОКСбпST), осложненном КШ. Были случайным образом отобраны две группы пациентов в соотношении 1:1 – выполнение либо ЧКВ только ИСА с возможностью последующего этапного стентирования ($n=351$), либо одномоментного стентирования всех значимых поражений ($n=355$).

В течение 30 дней частота первичной конечной точки, определяемая как смерть или заместительная почечная терапия, была значительно ниже в группе стентирования только ИСА, чем в группе многососудистого ЧКВ (45,9% против 55,4%; ОР 0,83; 95% ДИ 0,71–0,96; $p=0,01$). Также частота смерти от любой причины была значительно ниже при ЧКВ только ИСА, чем в группе полной реваскуляризации (43,3% против 51,6%; ОР 0,84; 95% ДИ 0,72–0,98; $p=0,03$). Частота заместительной почечной терапии существенно не различалась между исследуемыми группами (11,6 и 16,4% соответственно; ОР 0,71; 95% ДИ 0,49–1,03; $p=0,07$). При этом через год исследование CULPRIT-SHOCK показало, что частота случаев смерти (50,0% против 56,9%; ОР 0,88; 95% ДИ 0,76–1,01) и заместительной почечной терапии (11,6% против 16,4%; ОР 0,71; 95% ДИ 0,49–1,03) была одинаковой в обеих группах. Повторная же госпитализация в связи с сердечной недостаточностью (5,2% против 1,2%; ОР 4,46; 95% ДИ 1,53–13,04) и реваскуляризацией (32,3% против 9,4%; ОР 3,44; 95% ДИ 2,39–4,95) чаще встречалась в группе пЧКВ только ИСА [26].

Таким образом, исследователями был сделан вывод, что пациентам с ОИМ, осложненным КШ, не рекомендуется выполнять реваскуляризацию всех гемодинамически значимых поражений КА из-за более высокой частоты 30-дневной смертности от всех причин. Это и нашло отражение в европейских клинических рекомендациях от 2023 г.: стентирование только ИСА во время индексной процедуры (класс I, уровень достоверности B) [9].

Данное утверждение было подтверждено результатами метаанализа, в состав которого включено 18 обсервационных исследований с участием 73 528 пациентов [27]. Авторы

стремились провести систематический обзор и анализ, чтобы определить, связано ли этапное стентирование с улучшением клинических исходов по сравнению с полной реваскуляризацией при ИМпST с КШ. В данном исследовании 48 611 (66,1%) пациентам было проведено стентирование только ИСА, 24 917 (33,9%) больным выполнена одномоментная реваскуляризация всех гемодинамически значимых поражений КА. МСП определяли с использованием различных критериев, включая стеноз $\geq 50\%$ в 2 и более крупных эпикардальных коронарных артериях, стеноз $\geq 70\%$ в 2 и более крупных эпикардальных коронарных артериях или стеноз СтЛКА, который определялся как поражение двух сосудов. Результаты анализа через 6 мес и позднее показали, что не было существенных различий по достижению первичной конечной точки (смертность от всех причин и почечная недостаточность) между исследуемыми группами: стентирование только ИСА по сравнению с полной реваскуляризацией при краткосрочном (ОШ 0,96; 95% ДИ 0,82–1,14; $I^2=72,2\%$) и долгосрочном (ОШ 1,10; 95% ДИ 0,88–1,36; $I^2=78,0\%$) наблюдении. При стратегии ЧКВ только ИСА может значительно снизиться риск кратковременной почечной недостаточности (ОШ 0,75; 95% ДИ 0,64–0,88; $I^2=14,7\%$) по сравнению со стратегией полной реваскуляризации (ОШ 0,84; 95% ДИ 0,37–1,92; $I^2=29,1\%$) при длительном наблюдении. Частота достижения вторичных точек наблюдения (МАСЕ, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность и любая реваскуляризация КА) в краткосрочном периоде была ниже в группе ЧКВ только ИСА (ОШ 0,79; 95% ДИ 0,62–1,02; $I^2=NA$), но в долгосрочной перспективе происходит ее увеличение (ОШ 1,08; 95% ДИ 1,00–1,18; $I^2=0,0\%$) по сравнению с полной одномоментной реваскуляризацией. Также стентирование только ИСА увеличивает риск повторного инфаркта миокарда по сравнению с полной реваскуляризацией (ОШ 1,12; 95% ДИ 1,03–1,22; $I^2=0,0\%$), но снижает риск инсульта (ОШ 0,86; 95% ДИ 0,77–0,96; $I^2=0,0\%$). Существенных различий в других исходах не было.

Таким образом, результаты данного метаанализа подтвердили выводы исследования CULPRIT-SHOCK. Стентирование только ИСА снижает риск почечной недостаточности и инсульта в краткосрочном периоде наблюдения,

но увеличивает долгосрочный риск повторной госпитализации по поводу сердечной недостаточности и реваскуляризации. При этом исследователями метаанализа предлагалось рассмотреть в клинической практике вариант этапного стентирования с целью снижения отдаленных рисков развития инфаркта миокарда и сердечной недостаточности, повторной реваскуляризации. С учетом отсутствия обоснованного доказательства пользы этапного подхода эта стратегия в последних европейских рекомендациях имеет только класс показаний IIa с уровнем достоверности C.

В 2018 г. J.M. Lee et al. опубликовали результаты обсервационного проспективного многоцентрового исследования. Были проанализированы данные 659 пациентов с ИМпST и МСП, осложненным КШ [28]. У 31% пациентов была выполнена полная реваскуляризация КА (одномоментно или поэтапно во время госпитализации), 69% пациентов проводилось только пЧКВ ИСА. Клинические исходы в течение 1-го года были значительно лучше в группе многососудистого ЧКВ: снижение смертности от всех причин (многососудистое ЧКВ: 21,3% против ЧКВ ИСА: 31,7%; $p=0,001$) и частоты повторной реваскуляризации артерий, не связанной с инфарктом миокарда (6,7% против 8,2% соответственно, $p=0,001$). Расхождение между текущим обсервационным исследованием и исследованием CULPRIT-SHOCK авторы объясняли различиями во времени реваскуляризации. В исследовании CULPRIT-SHOCK изучалось только немедленное многососудистое ЧКВ, тогда как в данном исследовании одномоментное стентирование всех значимых поражений выполнялось 60,4% пациентов, остальным было проведено поэтапное ЧКВ во время госпитализации. Более того, дизайн CULPRIT-SHOCK предполагал попытки реваскуляризации хронических тотальных окклюзий во время индексной процедуры пЧКВ, что могло привести к увеличению продолжительности оперативного вмешательства и объема использования контрастного вещества. В данном исследовании выдвинута гипотеза, что при отсутствии анатомо-ангиографических и клинических факторов риска (сложные бифуркационные поражения, стенозы ствола левой коронарной артерии, хронические окклюзии, выраженный кальциноз, хроническая болезнь почек с риском усугубления почеч-

ной дисфункции при увеличении объема рентгеноконтрастного вещества) можно рассмотреть одномоментную или этапную реваскуляризацию всех гемодинамически значимых поражений во время индексных ЧКВ или госпитализации, и данный подход будет благоприятным.

Таким образом, на сегодняшний день при развитии КШ у больного с ОКС при МСП обоснованно одобрено ЧКВ ИСА, а полная реваскуляризация полезна и может быть выполнена этапно. Вероятнее всего, на дополнительную процедуру реваскуляризации после индексного ЧКВ ИСА попадут отобранные кардиокомандой больные, стабилизированные по сердечной недостаточности, со значимыми стенозами крупных КА, кровоснабжающих большой объем жизнеспособного миокарда. Несмотря на то что многососудистое стентирование во время индексного ЧКВ в настоящее время рутинно не одобрено, оно все же может быть рассмотрено в группе больных, где дополнительное вмешательство технически простое при локализации стенозов в проксимальных отделах магистральных КА. С учетом многообразия клинических сценариев ОКС и анатомических вариантов поражения КА единого подхода при КШ у больных с ОКС при МСП, на наш взгляд, быть не может, а выход необходимо искать при рандомизированном тестировании той или иной стратегии в определенной группе пациентов.

Значение методов визуализации при определении показаний и выполнении ЧКВ у больных с МСП и ОКС

При выборе оператором этапного стентирования немаловажное значение имеет оценка коронарного русла и определение симптом-зависимого стеноза. Как правило, поражение КА оценивается ангиографически, что иногда приводит к неправильной интерпретации значимости поражения, недооценке или, наоборот, завышению степени стенозирования. Альтернативой ангиографической оценке является инвазивное измерение фракционного резерва кровотока. Показатель ФРК $\leq 0,8$ является доказательством ишемии и служит показанием к стентированию данного поражения [29].

В настоящее время существует не так много клинических исследований, в которых рас-

смачивается вопрос о целесообразности применения ФРК у пациентов с МСП при ОКС.

Исследованием, на результаты которого в основном ссылаются европейские клинические рекомендации 2023 г., является открытое рандомизированное многоцентровое исследование FLOWER-MI [30], где сравнивались две группы пациентов с МСП, которым выполнялась полная реваскуляризация КА при ИМпST. Всего в исследование был включен 1171 пациент: в 1-й группе ($n=590$) показания к стентированию выставлялись по данным измерения ФРК ($\leq 0,8$), во 2-й группе ($n=581$) ЧКВ выполнялось только по результатам ангиографии. В исследование включены пациенты с ИМпST и успешно выполненным пЧКВ ИСА. Полная реваскуляризация могла быть проведена как во время индексной процедуры, так и в ходе отдельной этапной процедуры в период госпитализации.

В ходе наблюдения достижение первичной конечной точки (смерть от всех причин, нефатальный инфаркт миокарда, приведший к срочной реваскуляризации в течение 1-го года) отмечено у 32 (5,5%) из 586 пациентов 1-й группы и у 24 (4,2%) из 577 пациентов 2-й группы (ОР 1,32; 95% ДИ 0,78–2,23; $p=0,31$). Согласно результатам данного исследования, стратегия полной реваскуляризации у больных с ИМпST при МСП под контролем измерения ФРК не превосходила стратегию стентирования на основании данных ангиографии коронарных сосудов в снижении риска комбинированной конечной точки.

К аналогичному выводу пришли и авторы метаанализа, который включал результаты 10 РКИ (общее число исследуемых пациентов 3031), где также сравнивались стратегии лечения МСП при ИМпST (ЧКВ + измерение ФРК и ЧКВ на основе данных ангиографии) [31]. Различий при сопоставлении групп выявлено не было. С учетом результатов данного метаанализа и исследования FLOWER-MI в европейских клинических рекомендациях предлагается выполнять стентирование не-ИСА при ИМпST, опираясь на ангиографическую картину (класс I, уровень достоверности В) [9].

На сегодняшний день недостаточно данных о месте инвазивного измерения ФРК у пациентов с ИМпST, и о том, при какой стратегии полной реваскуляризации данный метод будет максимально полезен: стентирование

всех ангиографически значимых поражений во время индексного события или же этапное ЧКВ с оценкой ФРК пограничных стенозов. На этот вопрос, возможно, ответит проходящее в настоящее время многоцентровое рандомизированное клиническое исследование OPTION-STEMI [32]. Результаты планируется опубликовать в середине 2025 г.

Измерение ФРК у пациентов с ОКСбпST и МСП имеет более конкретную доказательную базу, и в европейских клинических рекомендациях 2023 г. рассматривается возможность его применения (класс IIb, уровень достоверности В) [9].

Цель проспективного рандомизированного исследования FAME [33] – показать преимущества использования метода измерения ФРК при ЧКВ не только у пациентов со стабильной ИБС, но и у больных с ОКСбпST. Все включенные в исследование пациенты были рандомизированы на две группы: стентирование КА на основании только ангиографической картины (стеноз $>50\%$) либо ЧКВ под контролем ФРК ($\leq 0,80$). Из 1005 пациентов у 328 (32,6%) выставлен диагноз: ОКСбпST, которые, в свою очередь, также были разделены на две группы – нестабильной стенокардии (НС) и ИМбпST. Первичная конечная точка (смерть от всех причин, инфаркт миокарда и повторная реваскуляризация) оценивалась через 2 года. Согласно результатам исследования, применение метода измерения ФРК привело к аналогичному снижению риска неблагоприятных событий у пациентов с ОКСбпST и у пациентов со стабильной стенокардией (абсолютное снижение риска на 5,1% против 3,7% соответственно, $p=0,92$), с меньшим количеством имплантированных стентов и меньшим использованием контраста. Исследователи подтвердили свою гипотезу о том, что использование измерения ФРК для проведения ЧКВ при МСП показывает аналогичные преимущества как у пациентов с НС и ОКСбпST, так и у пациентов со стабильной ИБС.

В рандомизированном исследовании FAMOUS-NSTEMI [34] оценивались возможности рутинного использования метода ФРК у больных с ОКСбпST и МСП. 350 пациентов с поражением более 1 сосуда и стенозом более 30% (определенным визуально) были разделены на две группы: с измерением ФРК ($n=176$) и получавших лечение, исходя из дан-

ных ангиографии ($n=174$). Результаты оценивались как по первичной конечной точке (регистрация пациентов, направленных на медикаментозное лечение), так и по показателям вторичной конечной точки, которых было несколько: неблагоприятные исходы через год после индексной госпитализации (сердечно-сосудистая смерть, госпитализация по поводу ОИМ или сердечной недостаточности); возможность безопасного измерения ФРК. При оценке первичной точки исследования число пациентов, которым была рекомендована медикаментозная терапия, было выше в группе, где проводилось измерение ФРК, чем в группе, где решение принималось, только исходя из данных ангиографии (22,7% против 13,2% соответственно, $p=0,022$). При анализе неблагоприятных событий было схожее число случаев в обеих группах (8 и 8,6% соответственно, $p=0,89$). Также по результатам исследования ФРК изменена стратегия лечения у 21,6% в сторону отказа от реваскуляризации. Основным выводом авторов исследования стало то, что рутинное применение ФРК у пациентов с ОКСбпСТ снижает количество ЧКВ без влияния на дальнейший прогноз заболевания.

Помимо измерения ФРК у пациентов с ИМпСТ и ОКСбпСТ в отдельных случаях имеется необходимость проведения внутрисосудистых методов визуализации, таких как внутрисосудистое ультразвуковое исследование и оптическая когерентная томография, что позволяет диагностировать изъязвленные и уязвимые бляшки в 96,4% случаев [3]. Также применение внутрисосудистых визуализационных методик, безусловно, помогает при выполнении ЧКВ пациентам с технически сложными поражениями КА (бифуркационные поражения, стенозы ствола ЛКА, хронические окклюзии, кальцинированные сегменты), в случае невозможности применения больших доз контрастного вещества, при оценке рестенозированных сегментов КА. Многочисленные исследования и опубликованный в 2020 г. метаанализ 19 проведенных ранее клинических исследований [35] показали, что у тех пациентов, у которых ЧКВ выполнялось при поддержке внутрисосудистых методов визуализации, отдаленные результаты превосходили таковые в другой исследуемой группе, в которой стентирование КА проводилось с использованием только ангио-

графического изображения. В настоящее время применение данных методик в лечении пациентов с ОИМ и ОКСбпСТ рекомендовано, имеет класс IIa, уровень достоверности A [9].

Таким образом, на сегодняшний день существует доказательная база, обосновывающая возможность и безопасность применения ФРК для оценки пограничных стенозов коронарных артерий у больных с ОКСбпСТ. Применение технологии ФРК значительно влияет на пересмотр стратегии ведения пациентов: после физиологического исследования она изменяется почти в 40% случаев. В группе консервативного лечения ОКС, сформированной на основании данных ФРК, отмечаются сопоставимые отдаленные результаты медикаментозного лечения в сравнении с группой медикаментозного лечения стабильной ИБС, что дополнительно подчеркивает целесообразность и безопасность применения ФРК-обусловленного подхода в лечении острых форм ИБС.

Гибридная реваскуляризация при ОКС: современные подходы и доказательная база

В 1996 г. G.D. Angelini et al. [36] была впервые представлена новая методика лечения МСП при ИБС – гибридная коронарная реваскуляризация (ГКР). Она объединила лучшее из двух методик оперативного лечения ИБС: коронарное шунтирование (хорошие долгосрочные показатели проходимости трансплантата внутренней грудной артерии (ВГА) к передней нисходящей артерии (ПНА)) и ЧКВ (улучшенные показатели проходимости стентов с лекарственным покрытием, которые по проходимости «переживают» трансплантацию подкожных вен к другим КА) [37, 38].

Гибридная коронарная реваскуляризация включает в себя наложение анастомоза левой ВГА к ПНА, обычно с помощью минимально инвазивного подхода с использованием торакоскопических и роботизированных методик на работающем сердце и ЧКВ при оставшихся поражениях КА (не связанных с ПНА). Может выполняться либо одновременно, либо в виде двухэтапной процедуры. Одновременный подход возможен только в гибридных операциях. Часто сначала проводится маммарно-коронарное шунтирование (МКШ), что позволяет хирургу изучить анастомоз к ПНА перед выполнением ЧКВ к другим пораженным КА. В случае неудачной имплантации

стента сразу же выполняется хирургическая имплантация трансплантата.

При двухэтапной стратегии проведения ГКР последовательность ЧКВ и МКШ определяется клинической картиной и анатомией КА. Рекомендации Фонда Американского колледжа кардиологов / Американской кардиологической ассоциации предлагают первым этапом выполнять открытое оперативное вмешательство, что позволяет ангиографически визуализировать трансплантат ВГА-ПНА, способствует полному подавлению тромбоцитарной активности после МКШ без риска периперационного кровотечения и обеспечивает защиту передней стенки, снижая процедурные риски при ЧКВ сосудов, не связанных с ПНА [39].

У пациентов же с ОКС возможен следующий подход: сначала осуществляется ЧКВ ИСА (не ПНА), затем МКШ. Однако у этого варианта ГКР есть недостатки. Высокий риск тромбоза стента (при отмене двойной анти-тромбоцитарной терапии (ДАТ), введении препаратов плазмы / тромбоцитарной массы в случае хирургического кровотечения и воспалительной реакции на операцию), повышенный риск периперационного кровотечения в результате медикаментозной гипоагрегации тромбоцитов после стентирования.

На данный момент существуют несколько РКИ, в ходе которых были изучены результаты применения ГКР у пациентов со стабильной ИБС и МСП. Сравнение проводилось в двух группах (коронарное шунтирование против ГКР [40–42] или ЧКВ против ГКР [43]) либо в трех группах (коронарное шунтирование против ЧКВ против ГКР [44]). Не выполнялись РКИ у пациентов с ОКС и МСП, при лечении которых используется ГКР.

Суммируя результаты РКИ и проведенных метаанализов [3–46], можно заключить, что при использовании метода ГКР показатели основных неблагоприятных сердечных и цереброваскулярных событий (МАССЕ) аналогичны таковым при традиционном коронарном шунтировании, при этом отмечаются более низкая потребность в переливании крови, продолжительность пребывания в стационаре и более быстрое восстановление. По сравнению с ЧКВ ГКР имела преимущество в отдаленном периоде по МАССЕ (сердечная смерть, инфаркт миокарда, инсульт, повторная реваскуляризация), и в то же

время отдельно по смертности различий не было [46].

Есть ли необходимость использовать ГКР у пациентов с ОКС? Несмотря на то что метод ГКР является синергической комбинацией обоих вариантов реваскуляризации миокарда, к сожалению, на данный момент он не применяется широко в практике лечения ОКС.

Интересны данные польского регистра [47], в котором у пациентов с ОКС использовалась ГКР в отсроченном периоде. Были изучены данные 117 пациентов с ОКС, которым первым этапом выполнялось ЧКВ ИСА (пациенты с инфаркт-ответственным поражением ПНА в исследование не включались), затем в среднем через 100 дней (после временного прекращения приема ингибиторов тромбоцитов P2Y₁₂) осуществлялось малоинвазивное наложение анастомоза между ВГА и ПНА. Через 3,5 года наблюдения достижение первичных конечных точек (смерть от всех причин, ОИМ, инсульт, повторная реваскуляризация) отмечено у 20 (17,4%) пациентов. Восемь пациентов (7%) умерли, 2 (1,7%) перенесли инсульт, 6 (5,2%) страдали от ИМ, а у 12 (10,4%) потребовалась повторная реваскуляризация. Данные результаты авторы регистра посчитали приемлемыми и подтвердили безопасность гибридного подхода в лечении МСП у пациентов с перенесенным ОКС.

В связи с отсутствием клинических исследований и доказательной базы, которая позволила бы включить этот метод полной реваскуляризации в клинические рекомендации, можно только предположить, какое же место может занять ГКР в лечении пациентов с ОКС. Учитывая высокий риск геморрагических осложнений после назначения ДАТ при проведении открытой операции (в случае применения ЧКВ как первого этапа), рекомендуется выполнять сначала МКШ. И казалось бы, у пациентов с ОКС (когда время имеет решающее значение) места для ГКР нет. Однако существует ряд пациентов, которые поступают в стационар спустя 48 ч и, согласно рекомендациям, при стабильном течении рутинное ЧКВ им не показано [9]. Также встречаются больные с технически сложными поражениями (сложные бифуркационные поражения, кальциноз, стенозы СтЛКА, хроническая болезнь почек с риском усугубления почечной дисфункции при увеличении объема рентгеноконтрастного вещества). У таких пациентов

можно рассмотреть выполнение ГКР в отсроченном порядке с целью улучшения отдаленного исхода, особенно это касается больных с хронической окклюзией ПНА. Нам представляется оптимальным подход к применению ГКР, как в РКИ HREVS [44]: сначала МКШ, затем через 3 дня ЧКВ остальных пораженных КА с оценкой анастомоза ВГА-ПНА.

В то же время крайне привлекательно выглядит методология одновременной операции МКШ и стентирования, которая предложена в китайской работе и эффективно выполнена у 580 пациентов [46].

Таким образом, ГКР показала сопоставимые результаты по твердым конечным точкам с традиционным коронарным шунтированием и большую пользу, чем многососудистое ЧКВ в группе пациентов с МСП при стабильном течении ИБС. Нет исследований, оценивающих результаты применения ГКР у больных с ОКС, и более того, даже не отработана методология выполнения таких операций, что представляет огромный научный интерес.

Заключение

Многососудистое поражение и ОКС – не редкий клинический сценарий с неблагоприятным прогнозом, который принципиально улучшается при использовании реваскуляризации. Полная реваскуляризация для всех нозологий ОКС является наиболее оптимальным вариантом лечения и во многих случаях этот подход имеет доказанное обоснование. Различные нозологические формы ОКС, разнообразие их клинической и анатомической картины у конкретного пациента требуют разных тактических подходов для достижения полной реваскуляризации. Основные формы лечения – одномоментная или этапная реваскуляризация. Роль внутрисосудистой визуализации уточняется, место коронарного шунтирования и гибридной реваскуляризации окончательно не определено. Единого лечебного сценария при МСП и ОКС нет, решение вопросов полной реваскуляризации лежит в плоскости поиска методологии лечения в отдельных клинико-анатомических группах, и данный процесс продолжается.

Литература/References

1. Эрлих А.Д. Связь степени поражения коронарного русла и особенностей стентирования с краткосрочными и отдаленными исходами у пациентов с острым коро-

- нарным синдромом (данные регистра РЕКОРД-3). *Кардиология*. 2018; 58 (5): 5–12. PMID: 29870319.
- Eerlikh A.D. Relationship between degree of coronary vascular bed involvement and characteristics of stenting with short-term and long-term outcomes in patients with acute coronary syndrome (data of the RECORD-3 registry). *Kardiologiya*. 2018; 58 (5): 5–12 (in Russ.). PMID: 29870319.
2. Diletti R., den Dekker W.K., Bennett J., Schotborgh C.E., van der Schaaf R., Sabaté M. et al.; BIOVASC Investigators. Immediate versus staged complete revascularisation in patients presenting with acute coronary syndrome and multivessel coronary disease (BIOVASC): a prospective, open-label, non-inferiority, randomised trial. *Lancet*. 2023; 401 (10383): 1172–1182. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)00351-3
3. Balbi M.M., Scarpato P., Tovar M.N., Masdjedi K., Daelmen J., Den Dekker W. et al. Culprit lesion detection in patients presenting with non-ST elevation acute coronary syndrome and multivessel disease. *Cardiovasc. Revasc. Med*. 2022; 35: 110–118. DOI: 10.1016/j.carrev.2021.03.019
4. Mehta S.R., Wood D.A., Storey R.F., Mehran R., Bainey K.R., Nguyen H. et al.; COMPLETE Trial Steering Committee and Investigators. Complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction. *N. Engl. J. Med*. 2019; 381 (15): 1411–1421. DOI: 10.1056/NEJMoa1907775
5. Akbari T., Al-Lamee R. Percutaneous coronary intervention in multi-vessel disease. *Cardiovasc. Revasc. Med*. 2022; 44: 80–91. DOI: 10.1016/j.carrev.2022.06.254
6. Souza Júnior J.M., Kulchetscki R.M., Linhares Filho J.P.P., Lima E.G., Serrano Junior C.V. CULPRIT-SHOCK study. *Rev. Assoc. Med. Bras*. 2018; 64 (9): 783–786. DOI: 10.1590/1806-9282.64.09.783
7. Hashmi K.A., Saeed H.Y., Farid M.Sh., Najam J., Irfan M., Hashmi A.A. Frequency of multivessel severe coronary artery disease in patients with non-ST segment elevation myocardial infarction having markedly raised cardiac troponin T. *Cureus*. 2020; 12 (8): e9571. DOI: 10.7759/cureus.9571
8. Cui K., Lyu S., Liu H., Song X., Yuan F., Xu F. et al. Staged complete revascularization or culprit-only percutaneous coronary intervention for multivessel coronary artery disease in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and diabetes. *Cardiovasc. Diabetol*. 2019; 18 (1): 119. DOI: 10.1186/s12933-019-0923-0
9. Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J., Barbato E., Berry C., Chieffo A. et al.; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care*. 2024; 13 (1): 55–161. DOI: 10.1093/ehjacc/zuad107
10. 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. *Circulation*. 2022; 145 (3): e4–e17. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001039
11. Thiele H., Akin I., Sandri M., Fuernau G., de Waha S., Meyer-Saracai R. et al.; CULPRIT-SHOCK Investigators. PCI strategies in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock. *N. Engl. J. Med*. 2017; 377 (25): 2419–2432. DOI: 10.1056/NEJMoa1710261
12. Rathod K.S., Koganti S., Jain A.K., Astroulakis Z., Lim P., Rakhit R. et al. Complete versus culprit-only lesion intervention in patients with acute coronary syndromes. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2018; 72 (17): 1989–1999. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.07.089

13. Wald D.S., Morris J.K., Wald N.J., Chase A.J., Edwards R.J., Hughes L.O. et al.; PRAMI investigators. Randomized trial of preventive angioplasty in myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 2013; 369 (12): 1115–1123. DOI: 10.1056/NEJMoa1305520
14. Gershlick A.H., Khan J.N., Kelly D.J., Greenwood J.P., Sasikaran T., Curzen N. et al. Randomized trial of complete versus lesion-only revascularization in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for STEMI and multivessel disease: the CvLPRIT trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015; 65: 963–972.
15. Engström T., Kelbæk H., Helqvist S., Høfsten D.E., Kløvggaard L., Holmvang L. et al. Complete revascularisation versus treatment of the culprit lesion only in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and multivessel disease (DANAMI-3-PRIMULTI): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet.* 2015; 386: 665–671.
16. Smits P.C., Abdel-Wahab M., Neumann F.J., Boxma-de Klerk B.M., Lunde K., Schotborgh C.E. et al.; Compare-acute investigators. Fractional flow reserve – guided multivessel angioplasty in myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376 (13): 1234–1244. DOI: 10.1056/NEJMoa1701067
17. Bainey K.R., Engström T., Smits P.C., Gershlick A.H., James S.K., Storey R.F. et al. Complete vs culprit-lesion-only revascularization for ST-segment elevation myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Cardiol.* 2020; 5 (8): 881–888. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.1251
18. Sardella G., Lucisano L., Garbo R., Pennacchi M., Cavallo E., Stio R.E. et al. Single-staged compared with multi-staged PCI in multivessel NSTEMI patients: the SMILE Trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016; 67 (3): 264–272. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.10.082
19. Collet J.P., Thiele H., Barbato E., Barthélémy O., Bauersachs J., Bhatt D.L. et al. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation... *Eur. Heart J.* 2021; 42 (14): 1289–1367. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575
20. Ганюков В.И., Тарасов Р.С., Неверова Ю.Н., Кочергин Н.А., Барбараш О.Л., Барбараш Л.С. Отдаленные результаты различных подходов к реваскуляризации при остром коронарном синдроме без подъема сегмента ST и множественном коронарном атеросклерозе. *Терапевтический архив.* 2017; 89 (4): 29–34. Ganyukov V.I., Tarasov R.S., Neverova Yu.N., Kochergin N.A., Barbarash O.L., Barbarash L.S. Long-term results of various approaches to revascularization in acute coronary syndrome without ST-segment elevation and multiple coronary atherosclerosis. *Therapeutic Archive.* 2017; 89 (4): 29–34 (in Russ.).
21. Siebert V.R., Borgaonkar S., Jia X., Nguyen H.L., Birnbaum Y., Lakkis N.M., Alam M. Meta-analysis comparing multivessel versus culprit coronary arterial revascularization for patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndromes. *Am. J. Cardiol.* 2019; 124 (10): 1501–1511. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.07.071
22. Hochman J.S., Sleeper L.A., Webb J.G., Sanborn T.A., White H.D., Talley J.D. et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *N. Engl. J. Med.* 1999; 341 (9): 625–634. DOI: 10.1056/NEJM199908263410901
23. Sanborn T.A., Sleeper L.A., Webb J.G., French J.K., Bergman G., Parikh M. et al.; SHOCK investigators. Correlates of one-year survival in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: angiographic findings from the SHOCK trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42 (8): 1373–1379. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)01051-9
24. Ibanez B., James S., Agewall S., Antunes M.J., Bucciarelli-Ducci C., Bueno H. et al.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: the task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2018; 39 (2): 119–177. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx393
25. Klingenberg R., Brokopp C.E., Grivès A., Courtier A., Jaguszewski M., Pasqual N. et al. Clonal restriction and predominance of regulatory T cells in coronary thrombi of patients with acute coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 2015; 36 (17): 1041–1048. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx543
26. Thiele H., Akin I., Sandri M., de Waha-Thiele S., Meyer-Saraei R., Fuernau G. et al. One-year outcomes after PCI strategies in cardiogenic shock. *N. Engl. J. Med.* 2018; 379: 1699–1710.
27. Hu M.J., Yang Y.J., Jiang W.Y., Xu J. Culprit-only versus multivessel percutaneous coronary intervention among STEMI patients complicated by cardiogenic shock in real-world practice: an updated systematic review and meta-analysis. *Ann. Palliat. Med.* 2021; 10 (8): 8628–8641. DOI: 10.21037/apm-21-1408
28. Lee J.M., Rhee T.M., Hahn J.Y., Kim H.K., Park J., Hwang D. et al.; KAMIR investigators. Multivessel percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction with cardiogenic shock. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71 (8): 844–856. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.12.028
29. Pijls N.H., van Schaardenburgh P., Manoharan G., Boersma E., Bech J.W., van't Veer M. et al. Percutaneous coronary intervention of functionally nonsignificant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (21): 2105–2111. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.01.087
30. Puymirat E., Cayla G., Simon T., Steg P.G., Montalescot G., Durand-Zaleski I. et al.; FLOWER-MI Study investigators. Multivessel PCI Guided by FFR or angiography for myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 2021; 385 (4): 297–308. DOI: 10.1056/NEJMoa2104650
31. Wald D.S., Hadyanto S., Bestwick J.P. Should fractional flow reserve follow angiographic visual inspection to guide preventive percutaneous coronary intervention in ST-elevation myocardial infarction? *Eur. Heart J. Qual. Care Clin. Outcomes.* 2020; 6 (3): 186–192. DOI: 10.1093/ehjqcco/qcaa012
32. Kim M.C., Ahn J.H., Hyun D.Y., Lim Y., Lee S.H., Oh S. et al.; OPTION-STEMI investigators. Timing of fractional flow reserve-guided complete revascularization in patients with ST-segment elevation myocardial infarction with multivessel disease: rationale and design of the OPTION-STEMI trial. *Am. Heart J.* 2024; 273: 35–43. DOI: 10.1016/j.ahj.2024.03.017
33. Sels J.W., Tonino P.A., Siebert U., Fearon W.F., Van't Veer M., De Bruyne B., Pijls N.H. Fractional flow reserve in unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction experience from the FAME (Fractional flow reserve versus Angiography for Multivessel Evaluation) study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2011; 4 (11): 1183–1189. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.08.008
34. Layland J., Oldroyd K.G., Curzen N., Sood A., Balachandran K., Das R. et al.; FAMOUS-NSTEMI investigators. Fractional flow reserve vs. angiography in guiding management to optimize outcomes in non-ST-segment elevation

- myocardial infarction: the British Heart Foundation FAMOUS-NSTEMI randomized trial. *Eur. Heart J.* 2015; 36 (2): 100–111. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu338
35. Darmoch F., Alraies M.C., Al-Khadra Y., Moussa Pacha H., Pinto D.S., Osborn E.A. Intravascular ultrasound imaging-guided versus coronary angiography-guided percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2020; 9 (5): e013678. DOI: 10.1161/JAHA.119.013678
 36. Angelini G.D., Wilde P., Salerno T.A., Bosco G., Calafiore A.M. Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularisation. *Lancet.* 1996; 347 (9003): 757–758. DOI: 10.1016/s0140-6736(96)90107-5
 37. Navarese E.P., Tandjung K., Claessen B., Andreotti F., Kowalewski M., Kandzari D.E. et al. Safety and efficacy outcomes of first and second generation durable polymer drug eluting stents and biodegradable polymer biolimus eluting stents in clinical practice: comprehensive network meta-analysis. *BMJ.* 2013; 347: f6530. DOI: 10.1136/bmj.f6530
 38. Stefanini G.G., Serruys P.W., Silber S., Khattab A.A., van Geuns R.J., Richardt G. et al. The impact of patient and lesion complexity on clinical and angiographic outcomes after revascularization with zotarolimus- and everolimus-eluting stents: a substudy of the RESOLUTE All Comers Trial (a randomized comparison of a zotarolimus-eluting stent with an everolimus-eluting stent for percutaneous coronary intervention). *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 57 (22): 2221–2232. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.01.036
 39. Hillis L.D., Smith P.K., Anderson J.L., Bittl J.A., Bridges C.R., Byrne J.G. et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for coronary artery bypass graft surgery: a report of the American College of Cardiology Foundation / American Heart Association task force on practice guidelines. *Circulation.* 2011; 124 (23): e652–735. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31823c074e
 40. Esteves V., Oliveira M.A.P., Feitosa F.S., Mariani J. Jr, Campos C.M., Hajjar L.A. et al. Late clinical outcomes of myocardial hybrid revascularization versus coronary artery bypass grafting for complex triple-vessel disease: long-term follow-up of the randomized MERGING clinical trial. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2021; 97 (2): 259–264. DOI: 10.1002/ccd.28710
 41. Tajstra M., Hrapkowicz T., Hawranek M., Filipiak K., Gierlotka M., Zembala M. et al.; POL-MIDES Study investigators. Hybrid coronary revascularization in selected patients with multivessel disease: 5-year clinical outcomes of the prospective randomized pilot study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (9): 847–852. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.01.271
 42. Yu L., Zhu K., Du N., Si Y., Liang J., Shen R., Chen B. Comparison of hybrid coronary revascularization versus coronary artery bypass grafting in patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis. *J. Cardiothorac. Surg.* 2022; 17 (1): 147. DOI: 10.1186/s13019-022-01903-w
 43. Wang C., Li P., Zhang F., Li J., Kong Q. Is hybrid coronary revascularization really beneficial in the long term? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2021; 60 (5): 1158–1166. DOI: 10.1093/ejcts/ezab161
 44. Ganyukov V., Kochergin N., Shilov A., Tarasov R., Skupien J., Szot W. et al. Randomized clinical trial of surgical vs. percutaneous vs. hybrid revascularization in multivessel coronary artery disease: residual myocardial ischemia and clinical outcomes at one year-Hybrid coronary REvascularization Versus Stenting or Surgery (HREVS). *J. Interv. Cardiol.* 2020; 2020: 5458064. DOI: 10.1155/2020/5458064
 45. Van den Eynde J., Sá M.P., De Groote S., Amabile A., Sicouri S., Ramlawi B. et al. Hybrid coronary revascularization versus percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2021; 37: 100916. DOI: 10.1016/j.ijcha.2021.100916
 46. Ding T., Yuan X., Chen K., Shen L., Guan C., Lv F. et al. Simultaneous hybrid coronary revascularization vs conventional strategies for multivessel coronary artery disease: a 10-year follow-up. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2023; 16 (1): 50–60. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.09.049
 47. Sanetra K., Buszman P.P., Jankowska-Sanetra J., Konopko M., Slabon-Turska M., Białek K. et al. Safety and feasibility of minimally invasive coronary artery bypass surgery early after drug-eluting stent implantation due to acute coronary syndrome. *Kardiol. Pol.* 2023; 81 (5): 482–490. DOI: 10.33963/KP.a2023.0066

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.137-005.4

Современное состояние проблемы коронарной болезни сердца у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечностей

М.А. Махмудов¹✉, А.А. Баранов¹, Д.А. Хелимский¹, А.Г. Бадоян¹, Ш.Ш. Зайнобидинов¹, А.Ю. Цыденова¹, О.В. Крестьянинов^{1,2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. академика Е.Н. Мешалкина», Новосибирск, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», Новосибирск, Российская Федерация

✉ **Махмудов Мамуржон Али угли**, ординатор; orcid.org/0000-0001-7627-4890, e-mail: makhmudov.mamur@mail.ru

Баранов Алексей Алексеевич, аспирант, науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-2320-2233

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

Бадоян Арам Газоевич, канд. мед. наук, науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-4480-2585

Зайнобидинов Шохбозбек Шаробидин угли, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-3235-3364

Цыденова Арюна Юрьевна, науч. сотр., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0003-4010-7518

Крестьянинов Олег Викторович, д-р мед. наук, профессор, руководитель научно-исследовательского отдела эндоваскулярной хирургии, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-5214-8996

Резюме

Данная обзорная статья посвящена проблемам распространенности, эпидемиологии и выявления коронарной болезни сердца (КБС) у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечностей (ХИУПК). Высокая распространенность КБС и ее осложнений у пациентов с тяжелыми формами заболеваний артерий нижних конечностей, безусловно, позволяет отнести данную категорию пациентов к одной из наиболее сложных и непредсказуемых с точки зрения выбора оптимального метода лечения, а также этапности того или иного вида хирургического вмешательства. В статье также рассмотрены различные методы диагностики и подходы к лечению КБС. В связи с прогрессированием атеросклероза возрастает риск возникновения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. В рекомендациях ЕОК от 2017 г. по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей подробно описан алгоритм выбора метода реваскуляризации у пациентов с поражением артерий нижних конечностей. Однако до настоящего времени нет точного алгоритма для выбора стратегии лечения больных со значимым сочетанным поражением коронарной артерии и артерий нижних конечностей.

Ключевые слова: коронарная болезнь сердца, заболевание периферических артерий, острый инфаркт миокарда, хроническая ишемия, угрожающая потерей конечностей, критическая ишемия нижних конечностей, ампутация

Для цитирования: Махмудов М.А., Баранов А.А., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Зайнобидинов Ш.Ш., Цыденова А.Ю., Крестьянинов О.В. Современное состояние проблемы коронарной болезни сердца у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечностей. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 413–421. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-413-421

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 29.10.2024
Принята к печати 04.12.2024

Current state of problems of coronary heart disease in patients with chronic ischemia threatening limb loss

M.A. Makhmudov¹✉, A.A. Baranov¹, D.A. Khelimskiy¹, A.G. Badoyan¹, Sh.Sh. Zaynobidinov¹, A.Yu. Tsydenova¹, O.V. Krestyaninov^{1,2}

¹ Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

✉ **Mamurzhon A. Makhmudov**, Resident Physician; orcid.org/0000-0001-7627-4890, e-mail: makhmudov.mamur@mail.ru

Aleksey A. Baranov, Postgraduate, Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2320-2233

Dmitriy A. Khelimskiy, Cand. Med. Sci., Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5419-913X

Aram G. Badoyan, Cand. Med. Sci., Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-4480-2585

Shokhbozbek Sh. Zaynobidinov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-3235-3364

Aryuna Yu. Tsydenova, Researcher, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-4010-7518

Oleg V. Krestyaninov, Dr. Med Sci., Professor, Head of Research Department of Endovascular Surgery, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5214-8996

Abstract

This review article is devoted to describing the prevalence, epidemiology and detection of coronary heart disease (CHD) in patients with chronic ischemia threatening limb loss (CLI). The high prevalence of CHD and its complications in patients with severe forms of peripheral artery disease certainly makes it possible to classify this category of patients as one of the most difficult and unpredictable in terms of choosing the optimal treatment method, as well as the phasing of a particular type of surgical intervention. This article also discusses various diagnostic methods and approaches to treating CHD. Due to the progression of atherosclerosis, the risk of adverse cardiovascular events increases. The 2017 ESC recommendations for the diagnosis and treatment of diseases of the arteries of the lower extremities describe in detail the algorithm for choosing a revascularization method in patients with damage to the arteries of the lower extremities. However, to date there is no precise algorithm for choosing a treatment strategy for patients with significant combined lesions of the coronary artery and arteries of the lower extremities.

Keywords: coronary heart disease, peripheral artery disease, acute myocardial infarction, chronic ischemia threatening limb loss, critical limb ischemia, amputation

For citation: Makhmudov M.A., Baranov A.A., Khelimskiy D.A., Badoyan A.G., Zaynobidinov Sh.Sh., Tsydenova A.Yu., Krestyaninov O.V. Current state of problems of coronary heart disease in patients with chronic ischemia threatening limb loss. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 413–421. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-413-421

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

Received October 29, 2024
Accepted December 4, 2024

Введение

В сегодняшнем понимании врачей атеросклероз является системным патологическим процессом, который способен поражать различные артериальные бассейны. Термин «мультифокальный» отражает то, что в поражение вовлечены два и более артериальных бассейна, наиболее часто это коронарный, периферический и церебральный бассейны [1].

Коронарная болезнь сердца (КБС) остается главной причиной смертности населения в мире [2]. В Российской Федерации от сердечно-сосудистых заболеваний ежегодно умирают более 1 млн человек [3].

Стоит отметить, что не менее важным клиническим проявлением атеросклероза служит поражение артерий нижних конечностей, приводящее к развитию перемежающейся хромоты (ПХ). Заболеванием артерий нижних конечностей (ЗАНК) в мире страдают более 200 млн человек, с разной выраженностью клинических симптомов – от бессимптомных до тяжелой ишемии [4, 5].

Часто ЗАНК ассоциируется с другими критическими атеросклеротическими заболеваниями, такими как КБС и цереброваскулярные заболевания [6].

Операции на периферических артериях сопряжены с высоким риском возникновения

кардиальных событий. Так, у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечности (ХИУПК), после проведения реваскуляризации пораженной конечности частота развития сердечно-сосудистых осложнений в течение 30 дней достигает 21% [7].

Высокая распространенность КБС и ее осложнений у пациентов с тяжелыми формами ЗАНК, безусловно, позволяет отнести данную категорию пациентов к одной из наиболее сложных и непредсказуемых с точки зрения выбора оптимального метода лечения, а также этапности того или иного вида хирургического вмешательства.

В данной статье обобщены современные способы диагностики КБС у пациентов с ХИУПК, а также отражены существующие подходы к лечению.

Эпидемиология

По меньшей мере 1/3 пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей либо в анамнезе, либо по данным ЭКГ имеют признаки КБС. Так, у 2/3 выявляются отклонения при проведении стресс-теста, а около 70% пациентов, по данным коронарографии, имеют поражение по крайней мере одного сосуда [8]. Распространенность КБС в 2–4 раза выше у пациентов с ЗАНК, чем без него. Тяжесть ЗАНК и вероятность выявления КБС взаимосвязаны: у пациентов ЗАНК ассоциируется с КБС примерно в 50% случаев, в то же время при критической ишемии нижних конечностей (на сегодняшний день существует более актуальный и современный термин – «хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности») связь составляет до 90%. При этом основной причиной смерти среди пациентов с ЗАНК является именно КБС (40–60%), в 10–20% случаев это цереброваскулярные заболевания, тогда как менее 30% смертей связаны с несосудистыми причинами [8, 9].

Хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности, является наиболее тяжелой и прогрессирующей формой ЗАНК, которая связана с высоким риском больших ампутаций, смерти, сердечно-сосудистых событий (ССС), а также со значительными экономическими затратами системы здравоохранения [10]. Ежегодно риск смерти у таких пациентов составляет 25%, у 30% будет проведена ампутация, и только 45% останутся живы с сохранными конечностями. В течение

2 лет смертность пациентов превышает 40%, а через 5 лет – 60% [11]. Важно отметить высокую распространенность сахарного диабета (70,4%), хронической почечной недостаточности (27,8%) у данной категории больных, что, в свою очередь, также значительно увеличивает риск ССС, включая инфаркт миокарда (ИМ) и смерть [12].

Таким образом, пациенты с ХИУПК имеют два серьезных проявления данной патологии: во-первых, выраженное снижение кровотока в нижних конечностях предвещает высокую частоту ампутации при отсутствии реваскуляризации [13]. Во-вторых, наличие критической ишемии в нижних конечностях может указывать на высокую системную «атеросклеротическую нагрузку», которая, в свою очередь, увеличивает вероятность неблагоприятных ССС, включая ИМ, инсульт и смерть. Поэтому при планировании реваскуляризации нижних конечностей необходимо помнить о сопутствующем высоком сердечно-сосудистом риске и необходимости проведения других лечебно-диагностических мероприятий, чтобы его нивелировать.

В своем исследовании Y. Soga et al. ретроспективно оценили результаты эндоваскулярного лечения у 995 пациентов с ХИУПК. Двухгодичная смертность составила 41%. Сердечно-сосудистая смертность достигла 47% от всех смертей. Наиболее частой причиной сердечно-сосудистой смерти была сердечная недостаточность (45%), реже – острый инфаркт миокарда (27%), фибрилляция желудочков (12%) и кардиогенный шок (4%) [14]. Результаты данного исследования показывают высокую распространенность КБС и ее осложнений у пациентов с ХИУПК.

В рекомендациях Европейского общества кардиологов (ЕОК) по лечению пациентов с патологией периферических артерий 2017 г. указано, что у пациентов с ХИУПК сочетанные поражения коронарных, сонных и почечных артерий встречаются в 25–72, 14–19 и 10–23% случаев соответственно [15]. В крупном исследовании M.E. Farkouh et al. продемонстрированы 5- и 10-летние отдаленные результаты после оперативного лечения пациентов с заболеванием ХИУПК с или без сопутствующей КБС: отмечено снижение выживаемости на 77–51 и 55–24% соответственно. Также авторы сравнили частоту 5-летних кардиальных событий и выявили ее увеличение

у пациентов с КБС – 50% против 28% у больных без КБС [16].

Выявление коронарной болезни сердца у пациентов с ХИУПК

Одной из проблем лечения данной группы пациентов является поздняя диагностика коронарной болезни сердца. Безусловно, при наличии КБС с клиническими проявлениями, например стенокардии напряжения высокого функционального класса (ФК), необходимость проведения более тщательного обследования сердца и коронарных артерий сомнений не вызывает. Однако важной особенностью является то, что у 66% больных с поражениями артерий нижних конечностей наблюдается асимптомное течение КБС или с минимальными клиническими проявлениями [17]. Отсутствие у пациентов с ХИУПК клиники классической стенокардии напряжения может быть обусловлено тем, что у них практически отсутствует дистанция безболевой ходьбы, а значит и физическая нагрузка, которая является пусковым фактором клинического проявления ишемии миокарда.

Не менее важно возможное наличие именно безболевой формы ишемии миокарда (БИМ), которая, в свою очередь, не отличается от симптоматической КБС в отношении прогноза и неблагоприятных событий [18]. Высокая частота встречаемости данной формы КБС не раз была отмечена авторами у пациентов с сахарным диабетом, который является одним из самых частых сопутствующих заболеваний у пациентов с ЗАНК и особенно с ХИУПК [19].

Так, в исследовании К.В. Мелкозёрова и др. из 118 пациентов, поступивших с критической ишемией артерий нижних конечностей и сахарным диабетом, 58,5% имели КБС, из них у 10,2% была именно безболевая форма. Важно также отметить, что по результатам проведенной селективной коронарографии у 27,1% больных было выявлено трехсосудистое поражение коронарных артерий [20].

Интересные результаты исследования продемонстрированы S. Imaeda et al. Ретроспективно проанализированы данные 260 пациентов с хронической ишемией нижних конечностей (ХИНК) и ХИУПК, у которых в анамнезе не было КБС или клиники стенокардии напряжения. Из них у 56,2% имелась окклюзия подколенного сегмента (1-я группа),

у остальных 43,8% пациентов окклюзии данного сегмента не было (2-я группа). Доля КБС и многососудистого поражения была значительно выше в группе окклюзии (72,4% против 41,8% соответственно, $p=0,001$; 48,2% против 21,5% соответственно, $p=0,005$). При многофакторном анализе окклюзия подколенного сегмента являлась независимым предиктором наличия безболевой ишемии миокарда (ОШ 1,94, 95% ДИ 1,09–3,44; $p=0,024$), при этом окклюзии аортоподвздошного (ОШ 1,16, 95% ДИ 0,53–2,56; $p=0,71$) и бедренно-подколенного (ОШ 1,02, 95% ДИ 0,57–1,83; $p=0,96$) сегментов таковыми не были. Кроме того, сахарный диабет и предшествующий ишемический инсульт также были связаны с риском наличия БИМ (ОШ 2,61, 95% ДИ 1,34–4,90 соответственно, $p=0,003$; ОШ 2,70, 95% ДИ 1,01–7,23 соответственно, $p=0,047$) [21].

Таким образом, важность активного выявления КБС у пациентов с ХИУПК не вызывает сомнений, однако по ряду причин не все существующие методы диагностики способны справиться с этой задачей у данной категории больных.

Неинвазивные методы диагностики

Методом выбора нагрузочного теста для выявления и оценки ишемии миокарда является физическая нагрузка, поскольку она сохраняет нормальный электромеханический ответ сердца на нагрузку. Как уже было отмечено выше, абсолютное большинство пациентов с ХИУПК не способны к осуществлению физической нагрузки, которая спровоцировала бы ишемию миокарда и указала бы на наличие у больного коронарной болезни сердца. Исходя из этого все возможные стресс-тесты с физической нагрузкой практически неосуществимы у данной категории пациентов.

Фармакологический стресс-тест (добутамин или вазодилаторы) является альтернативным методом для оценки и выявления ИБС у пациентов, не способных выполнять физические упражнения [22]. Однако данный метод также не лишен недостатков. В первую очередь это, конечно, нефизиологичность нагрузки, а также наличие проаритмогенного эффекта применяемых препаратов, повышение артериального давления и бронхоконстрикторный эффект при использовании агонистов аденозиновых рецепторов (аденозин, дипиридамол) [23].

Функциональные неинвазивные тесты для диагностики КБС на сегодняшний день играют ключевую роль в выявлении ишемии миокарда [24].

Стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ). В метаанализе W.S. Beattie et al. сравнивались результаты двух нагрузочных тестов (стресс-ЭхоКГ и сцинтиграфии миокарда) для выявления рисков развития перипроцедурных ИМ у пациентов, которым запланировано плановое вмешательство на периферических артериях. Результаты этого метаанализа показали преимущество стресс-ЭхоКГ перед сцинтиграфией для выявления предикторов развития ИМ в послеоперационном периоде (ОР 4,09, 95% ДИ 3,21–6,56 против ОР 1,83, 95% ДИ 1,59–2,10 соответственно; $p=0,001$) [25]. В то же время этот метод также не лишен недостатков. Визуальная оценка локальной сократимости усложняется при динамике и на фоне высокой частоты сердечных сокращений. Поэтому интерпретация результатов стресс-ЭхоКГ зависит от опыта специалиста.

Сцинтиграфия миокарда. В другом метаанализе E. Etchells et al. показали, что умеренный и средний обратимый дефект перфузии миокарда при сцинтиграфии не изменил вероятность возникновения периоперационных сердечно-сосудистых событий у пациентов (ОР 1,3, 95% ДИ 0,88–1,9). Однако большой (более 20%) обратимый дефект перфузии миокарда увеличил риск возникновения перипроцедурного и послеоперационного ИМ (ОР 11, 95% ДИ 5,8–20) [26].

В своём метаанализе W.S. Beattie et al. продемонстрировали, что у 1/3 пациентов с отрицательным результатом сцинтиграфии возникали сердечные события. Таким образом, отрицательные результаты сцинтиграфии миокарда достоверно не снижали вероятность возникновения ССС у пациентов с заболеваниями периферических артерий [25].

Альтернативу классической коронарографии на сегодняшний день может составить **мультиспиральная компьютерная томография** (МСКТ). В проспективном исследовании T. Sheth et al. продемонстрирована прогностическая ценность МСКТ у 955 пациентов, которым запланировано сосудистое вмешательство. Авторы разделили пациентов на три группы: 1) нормальные КА – 81 (8%); 2) необструктивное поражение (стеноз менее 50%) – 371 (39%); 3) обструктивное пораже-

ние (одно- или двухсосудистое с более чем 50% стенозом) – 357 (37%) и сложное обструктивное поражение (стеноз более 50% в двух артериях, включая проксимальный сегмент передней нисходящей артерии, трехсосудистое поражение или стеноз ствола ЛКА) – 146 (15%). Через 30 дней неблагоприятные ССС были отмечены у 8% пациентов. Из них 4% в 1-й группе, 19% во 2-й группе и 8 и 16% – в подгруппах 3-й группы [27]. Учитывая, что высокая распространенность кальциноза может привести к переоценке поражения КА у пациентов с ХИУПК, возможности оценки значимости стеноза КА резко ограничиваются.

Таким образом, представленные методы диагностики для выявления КБС в клинической практике ограничены и требуется дальнейший поиск специфических подходов.

Коронарография и реваскуляризация миокарда

Приведенные выше факты подводят нас к тому, что селективная коронарография на данный момент остается «золотым стандартом» диагностики атеросклеротического поражения коронарных артерий, в том числе у лиц с поражением артерий нижних конечностей. Существует ряд работ, в которых представлены результаты рутинного проведения селективной коронарографии перед вмешательством на артериях нижних конечностей.

Так, Б.Г. Алекаян и др. в 2019 г. проанализировали результаты лечения 693 пациентов, которым была выполнена селективная коронарография до принятия решения о стратегии реваскуляризации артерий нижних конечностей. При этом 70,7% были асимптомные и 29,3% – симптомные пациенты. У 79,9% больных был выявлен стеноз более 50% как минимум одной коронарной артерии; впоследствии 57,0% пациентов с ХИНК и ХИУПК была выполнена реваскуляризация миокарда путем чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) (50,3%) или коронарного шунтирования (6,7%). На госпитальном этапе произошло три летальных исхода [17]. Это указывает на достаточно высокую эффективность и безопасность этапного лечения больных с КБС с заболеванием артерий нижних конечностей. В другом исследовании A. Nishijima et al. ретроспективно изучали распространенность КБС у 129 пациентов с ХИУПК, которым выполнялась ампутация нижних конечностей.

У 93,8% пациентов с ХИУПК была проведена селективная коронарография или ЧКВ. КБС была выявлена у 69% больных (82% – в группе большой ампутации и 63% – в группе малой ампутации, $p=0,042$), что свидетельствует о значительно более высокой распространенности КБС в группе с большой ампутацией. Кроме того, авторы отдельно проанализировали группу из 566 пациентов, которые подверглись только чрескожной транслюминальной ангиопластике, без оперативного вмешательства (ампутации). Лишь у 40% из них была выявлена КБС, распространенность которой оказалась значительно ниже, чем у пациентов, получавших хирургическое лечение ($p<0,001$) [6]. На основании полученных результатов авторы сделали вывод, что риск КБС коррелировал с тяжестью ишемии нижних конечностей.

В исследовании CARP (The Coronary Artery Revascularization Prophylaxis) 510 пациентов с ХИУПК и ПХ были подвергнуты реваскуляризации миокарда или медикаментозному лечению КБС до плановой сосудистой хирургии. По результатам исследования не выявлено существенных различий в 30-дневной частоте инфаркта миокарда, смерти или продолжительности госпитализации. Смертность через 6 лет также значимо не различалась между группами (22% против 23%). Важно отметить, что только у 1/4 пациентов была ХИУПК [28]. В связи с этим А. Raghunathan et al. провели субанализ данного исследования, в который были включены 143 пациента с ХИУПК. Летальность через 30 дней в группе ХИУПК составила 3,5%. У 61 пациента с ХИУПК, которым выполнялась реваскуляризация миокарда, в госпитальном периоде было 3 (4,9%) летальных исхода, а у 82 пациентов без реваскуляризации миокарда – 2 (2,4%; $p=0,360$). Частота ИМ в госпитальном периоде у всех пациентов с ХИУПК составила 8,4%, а в отдаленном периоде – 16,1%. Авторы также показали, что у пациентов с ХИУПК, которым выполнялась реваскуляризация миокарда, острый ИМ на госпитальном этапе развился в 3 (4,9%), а у которых не выполнялась – в 9 (11,0%; $p=0,024$) случаях [29]. Учитывая результаты данных исследований, можно сделать вывод, что первичная инвазивная тактика, то есть проведение селективной коронарографии с последующей реваскуляризацией миокарда у пациентов

с ХИУПК предотвратило возможное развитие острого инфаркта миокарда.

Б.Г. Алебяном и др. в одном из исследований проведено эндоваскулярное (ЧКВ + ангиопластика артерий нижних конечностей) лечение 47 пациентов с ХИУПК в сочетании с КБС. На госпитальном этапе у 4 (8,5%) пациентов были выявлены большие сердечно-сосудистые осложнения: 1 (2,1%) случай смерти вследствие тромбоза стента ствола ЛКА и 2 (4,2%) случая острого ИМ без подъема сегмента ST, потребовавших экстренного ЧКВ. У 1 (2,1%) больного отмечен тромбоз стента бедренной артерии. Этим пациентам первым этапом было выполнено эндоваскулярное вмешательство на артериях нижних конечностей в связи с ХИУПК. Острого нарушения мозгового кровообращения / транзиторной ишемической атаки выявлено не было [30]. В другом исследовании оценивались госпитальные результаты этапного ЧКВ и открытых реконструктивных или шунтирующих операций на артериях нижних конечностей у 43 пациентов с ХИУПК в сочетании с КБС. За госпитальный период в исследуемой группе был отмечен 1 (2,3%) летальный исход у пациента после открытой операции на сосудах нижних конечностей из-за возникшего кровотечения из зоны анастомоза. За период наблюдения ИМ и инсультов отмечено не было [31].

В одном из последних исследований по данной проблеме Б.Г. Алебян и др. проанализировали результаты лечения (с 2017 по 2021 г.) 102 пациентов с ХИУПК в сочетании с КБС. В зависимости от выбранной стратегии реваскуляризации обоих артериальных бассейнов больные были распределены на две группы: 1-я группа – рентгенэндоваскулярное лечение (этапное ЧКВ и ангиопластика артерий нижних конечностей, $n=53$; 52,0%), 2-я группа – комбинированное лечение (этапное ЧКВ в сочетании с открытой хирургией артерий нижних конечностей, $n=49$; 48,0%). Всем больным в качестве предоперационного обследования была выполнена селективная коронарография. Стенокардия напряжения II–III ФК наблюдалась у 75,4% пациентов, в то время как у 24,5% клинические проявления полностью отсутствовали. Отдаленные результаты лечения (медиана 31,5 мес) были изучены у 85% больных. В 1-й группе ($n=44$) больных с рентгенэндоваскулярным этапным лечением общая летальность составила 13,6% (6 па-

циентов), сердечно-сосудистая – 6,8% (3 пациента). Во 2-й группе (n=41) пациентов с комбинированным этапным лечением общая летальность составила 14,6% (6 пациентов), сердечно-сосудистая – 7,3% (3 пациента). Кроме того, в 1-й группе отмечено 2 (4,5%) ишемических инсульта, а во 2-й группе – 1 (2,4%). Нелетальных инфарктов миокарда в обеих группах не было [32]. Результаты данного исследования продемонстрировали высокую эффективность и безопасность этапной реваскуляризации миокарда у пациентов с ХИУПК в сочетании с КБС в госпитальном и отдаленном периоде наблюдения. Все вышеперечисленные работы указывают на важность реваскуляризации миокарда у пациентов с ХИУПК для снижения частоты развития инфаркта миокарда, смертности. Однако отсутствие единого алгоритма ведения и лечения у данной категории пациентов заставляет задуматься о необходимости найти оптимальный подход к решению этой проблемы.

На сегодняшний день существует единственное проспективное рандомизированное многоцентровое исследование, посвященное данной проблематике. В исследование INCORPORATE планировалось включить 659 пациентов с ХИУПК с последующей рандомизацией для выбора консервативного или инвазивного подхода в отношении возможного заболевания коронарных артерий после успешной реваскуляризации артерий нижних конечностей [33]. В консервативной группе пациенты получали только оптимальную медикаментозную терапию, тогда как в инвазивной группе пациентам проводились коронарография и реваскуляризация миокарда с использованием метода фракционного резерва кровотока.

Однако из-за проблем, связанных с пандемией COVID-19, набор пациентов пришлось преждевременно прекратить и всего было зарегистрировано 185 пациентов. Исходные «сердечные» симптомы были следующие: ФК < II по классификации CCS – в 92%, ФК < II по классификации NYHA – в 73% случаев. 89 пациентов были рандомизированы в инвазивную группу, из них 73 была проведена КГ. У 34% из этих больных было однососудистое поражение, у 26% – нескольких сосудов. Полная реваскуляризация была достигнута в 90% случаев. Все пациенты прошли 1-летнее наблюдение. Консервативная и инва-

зивная группы имели одинаковую частоту комбинированной первичной конечной точки (смерть и спонтанный ИМ) в течение одного года (ОР 1,170, 95% ДИ 0,487–2,812). Была выявлена тенденция к большему риску МАССЕ у пациентов из группы с консервативным подходом (ОР 2,038, 95% ДИ 0,971–4,276). При этом различия по достижению первичной конечной точки между группами оставались незначимыми (ОР 1,690, 95% ДИ 0,630–4,533). На основании имеющихся результатов авторы сделали заключение, что, несмотря на минимальные клинические проявления ишемии миокарда, частота серьезных поражений коронарных артерий высока у пациентов с ХИУПК, в связи с чем селективная коронарография и последующая реваскуляризация миокарда у этих пациентов может быть эффективна в отношении снижения потенциальных осложнений [33].

Заключение

Высокие показатели смертности и частоты развития инфаркта миокарда у пациентов с хронической ишемией, угрожающей потерей конечностей, свидетельствуют о необходимости более тщательного обследования коронарного русла у пациентов с данной тяжелой патологией. В связи с явными ограничениями неинвазивных методов (главным образом нагрузочных тестов) для верификации ишемии миокарда коронарография может стать очевидным рутинным методом выявления поражений венечных артерий у данной когорты пациентов. Своевременная диагностика атеросклеротических сужений в коронарных артериях может дать клиницистам ценную информацию о необходимости, срочности и, что не менее важно, этапности реваскуляризации миокарда на фоне уже имеющейся хронической ишемии, угрожающей потерей нижних конечностей, которая требует скорейшей реваскуляризации.

Литература/References

1. Арутюнов А.Г., Батлук Т.И., Башкинов Р.А., Трубникова М.А. Мультифокальный атеросклероз: фокус на профилактике развития ишемических событий. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (12): 4808. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4808
Arutyunov A.G., Batluk T.I., Bashkinov R.A., Trubnikova M.A. Multifocal atherosclerosis: focus on the prevention of ischemic events. *Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26 (12): 4808 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4808

2. GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2015; 385 (9963): 117–171. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61682-2
3. Оганов Р.Г., Концевая А.В., Калинина А.М. Экономический ущерб от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2011; 10 (4): 4–9. DOI: 10.15829/1728-8800-2011-4-4-9
Oganov R.G., Kontsevaya A.V., Kalinina A.M. Economic burden of cardiovascular disease in the Russian Federation. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2011; 10 (4): 4–9 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2011-4-4-9
4. Hirsch A.T., Duval S. The global pandemic of peripheral artery disease. *Lancet*. 2013; 382 (9901): 1312–1314. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61576-7
5. Shu J., Santulli G. Update on peripheral artery disease: epidemiology and evidence-based facts. *Atherosclerosis*. 2018; 275: 379–381. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.033
6. Nishijima A., Yamamoto N., Yoshida R., Hozawa K., Yanagibayashi S., Takikawa M. et al. Coronary artery disease in patients with critical limb ischemia undergoing major amputation or not. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open*. 2017; 5 (6): e1377. DOI: 10.1097/GOX.0000000000001377
7. Szargary L., Puelacher C., Lurati Buse G., Glarner N., Lampart A., Bolliger D. et al.; BASEL-PMI Investigators. Incidence of major adverse cardiac events following non-cardiac surgery. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care*. 2020; 10 (5): 550–558. DOI: 10.1093/ehjacc/zuaa008
8. Gallino A., Aboyans V., Diehm C., Cosentino F., Stricker H., Falk E. et al.; European Society of Cardiology Working Group on Peripheral Circulation. Non-coronary atherosclerosis. *Eur. Heart J*. 2014; 35 (17): 1112–1119. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu071
9. Бокерия Л.А., Покровский А.В., Акчурин Р.С., Алякин Б.Г., Алханова Т.В., Аракелян В.С. и др. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. М.; 2019. http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf (дата обращения 24.07.2024)
Bockeria L.A., Pokrovskiy A.V., Akchurin R.S., Alekyan B.G., Apkhanova T.V., Arakelyan V.S. et al. National guidelines for the diagnosis and treatment of lower limb artery diseases. Moscow; 2019 (in Russ.). Available at: http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf (accessed 24 July 2024)
10. Shishehbor M., White C., Gray B., Menard M.T., Lookstein R., Rosenfield K. et al. Critical limb ischemia: an expert statement. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2016; 68 (18): 2002–2015. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.04.071
11. Davies M.G. Critical limb ischemia: epidemiology. *Methodist Deakey Cardiovasc. J*. 2012; 8 (4): 10–14. DOI: 10.14797/mdcj-8-4-10
12. Bradbury A.W., Adam D.J., Bell J., Forbes J.F., Fowkes F.G., Gillespie I. et al.; BASIL trial participants. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial: an intention-to-treat analysis of amputation-free and overall survival in patients randomized to a bypass surgery-first or a balloon angioplasty-first revascularization strategy. *J. Vasc. Surg.* 2010; 51 (5 Suppl.): 5S–17S. DOI: 10.1016/j.jvs.2010.01.073
13. Varu V.N., Hogg M.E., Kibbe M.R. Critical limb ischemia. *J. Vasc. Surg.* 2010; 51 (1): 230–241. DOI: 10.1016/j.jvs.2009.08.073
14. Soga Y., Iida O., Takahara M., Hirano K., Suzuki K., Kawasaki D. et al. Two-year life expectancy in patients with critical limb ischemia. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2014; 7 (12): 1444–1449. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.06.018
15. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L., Björck M., Brodmann M., Cohnert T. et al.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. Heart J*. 2018; 39 (9): 763–816. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx095
16. Farkouh M.E., Rihal C.S., Gersh B.J., Rooke T.W., Hallett J.W. Jr, O'Fallon W.M., Ballard D.J. Influence of coronary heart disease on morbidity and mortality after lower extremity revascularization surgery: a population-based study in Olmsted County, Minnesota (1970–1987). *J. Am. Coll. Cardiol*. 1994; 24 (5): 1290–1296. DOI: 10.1016/0735-1097(94)90111-2
17. Алякин Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Ревишвили А.Ш. Мультидисциплинарный подход в определении частоты выявления ишемической болезни сердца и стратегии лечения у пациентов с патологией аорты и периферических артерий. *Российский кардиологический журнал*. 2019; 8: 8–16. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-8-8-16
Alekyan B.G., Pokrovsky A.V., Karapetyan N.G., Revishvili A.Sh. A multidisciplinary approach in determining of prevalence of coronary artery disease and treatment strategies in patients with pathology of the aorta and peripheral arteries. *Russian Journal of Cardiology*. 2019; 8: 8–16 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-8-8-16
18. Zellweger M.J. Prognostic significance of silent coronary artery disease in type 2 diabetes. *Herz*. 2006; 31 (3): 240–245. DOI: 10.1007/s00059-006-2790-1
19. Anand D.V., Lim E., Raval U., Lipkin D., Lahiri A. Prevalence of silent myocardial ischemia in asymptomatic individuals with subclinical atherosclerosis detected by electron beam tomography. *J. Nucl. Cardiol*. 2004; 11 (4): 450–457. DOI: 10.1016/j.nuclcard.2004.06.125
20. Мелкозеров К.В., Калашников В.Ю., Терехин С.А., Бондаренко О.Н. Ишемическая болезнь сердца у больных сахарным диабетом и критической ишемией нижних конечностей. *Сахарный диабет*. 2012; 15 (3): 39–44. DOI: 10.14341/2072-0351-6084
Melkozerev K.V., Kalashnikov V.Yu., Terekhin S.A., Bondarenko O.N. Ischaemic heart disease in patients with diabetes mellitus and critical lower limb ischemia. *Diabetes Mellitus*. 2012; 15 (3): 39–44 (in Russ.). DOI: 10.14341/2072-0351-6084
21. Imaeda S., Kuno T., Hirano K., Kodaira M., Anzai H., Numasawa Y. Risk of undiagnosed coronary artery disease associated with infrapopliteal artery occlusion from a multicenter study. *Heart Vessels*. 2020; 35 (3): 307–311. DOI: 10.1007/s00380-019-01495-x
22. Pellikka P.A., Arruda-Olson A., Chaudhry F.A., Chen M.H., Marshall J.E., Porter T.R., Sawada S.G. Guidelines for performance, interpretation, and application of stress echocardiography in ischemic heart disease: from the American Society of Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2020; 33 (1): 1–41.e8. DOI: 10.1016/j.echo.2019.07.001

23. Бедрицкий С.А., Гендлин Г.Е., Никитин И.Г. Современные неинвазивные методы диагностики ишемической болезни сердца и роль стресс-эхокардиографии в оценке патологии сердца. *Лечебное дело*. 2018; 4: 62–69. DOI: 10.24411/2071-5315-2018-12067
Bedritsky S.A., Gendlin G.E., Nikitin I.G. Modern non-invasive methods for the diagnosis of coronary artery disease and the role of stress echocardiography in the assessment of heart disease. *Medicine*. 2018; 4: 62–69 (in Russ.). DOI: 10.24411/2071-5315-2018-12067
24. Knuuti J., Wijns W., Saraste A., Capodanno D., Barbato E., Funck-Brentano C. et al.; ESC Scientific Document Group. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J*. 2020; 41 (3): 407–477. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425
25. Beattie W.S., Abdelnaem E., Wijeyesundera D.N., Buckley D.N. A meta-analytic comparison of preoperative stress echocardiography and nuclear scintigraphy imaging. *Anesth. Analg*. 2006; 102 (1): 8–16. DOI: 10.1213/01.ane.0000189614.98906.43
26. Etchells E., Meade M., Tomlinson G., Cook D. Semiquantitative dipyridamole myocardial stress perfusion imaging for cardiac risk assessment before noncardiac vascular surgery: a meta-analysis. *J. Vasc. Surg.* 2002; 36 (3): 534–540. DOI: 10.1067/mva.2002.126563
27. Sheth T., Chan M., Butler C., Chow B., Tandon V., Nagele P. et al.; Coronary Computed Tomographic Angiography and Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation Study Investigators. Prognostic capabilities of coronary computed tomographic angiography before noncardiac surgery: prospective cohort study. *BMJ*. 2015; 350: h1907. DOI: 10.1136/bmj.h1907
28. Santilli S.M. The Coronary Artery Revascularization Prophylaxis (CARP) Trial: results and remaining controversies. *Perspect. Vasc. Surg. Endovasc. Ther*. 2006; 18 (4): 282–285. DOI: 10.1177/1531003506295144
29. Raghunathan A., Rapp J.H., Littooy F., Santilli S., Krupski W.C., Ward H.B. et al. Postoperative outcomes for patients undergoing elective revascularization for critical limb ischemia and intermittent claudication: a subanalysis of the Coronary Artery Revascularization Prophylaxis (CARP) trial. *J. Vasc. Surg.* 2006; 43 (Is. 6): 1175–1182. DOI: 10.1016/j.jvs.2005.12.069
30. Алесян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Чупин А.В., Варава А.Б., Митиш В.А. и др. Непосредственные результаты рентгенэндоваскулярного лечения пациентов с критической ишемией нижних конечностей в сочетании с поражением коронарных артерий. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (1): 24–33. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-1-24-33
Alekyan B.G., Pokrovskiy A.V., Karapetyan N.G., Chupin A.V., Varava A.B., Mitish V.A. et al. Immediate results of endovascular treatment of patients with combined lesion of coronary arteries and critical lower limb ischemia. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (1): 24–33 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-1-24-33
31. Алесян Б.Г., Покровский А.В., Карапетян Н.Г., Чупин А.В., Варава А.Б., Кныш Ю.Б. и др. Госпитальные результаты рентгенэндоваскулярного лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020; 7 (2): 130–137. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-2-130-137
Alekyan B.G., Pokrovskiy A.V., Karapetyan N.G., Chupin A.V., Varava A.B., Knysh Yu.B. et al. Hospital results of endovascular treatment for combined lesions of intermittent claudication and coronary artery disease. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2020; 7 (2): 130–137 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-2-130-137
32. Алесян Б.Г., Карапетян Н.Г., Чупин А.В., Зотиков А.Е., Варава А.Б., Кныш Ю.Б., Седгарян М.А. Отдаленные результаты лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей в сочетании с ишемической болезнью сердца. *Кардиология*. 2022; 62 (9): 37–43. DOI: 10.18087/cardio.2022.9.n1941
Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Chupin A.V., Zotikov A.E., Varava A.B., Knysh Yu.B., Sedgaryan M.A. Long-term results of the treatment of patients with chronic ischemia of the lower limbs in combination with ischemic heart disease. *Kardiologiya*. 2022; 62 (9): 37–43 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2022.9.n1941
33. Toth G., Brodmann M., Barbato E., Mangiacapra F., Schneller L., Orias V. et al. Rational and design of the INTentional CORonary revascularization versus conservative therapy in patients undergoing successful peripheral artery revascularization due to critical limb ischemia trial (INCORPORATE trial). *Am. Heart J*. 2019; 214: 107–112. DOI: 10.1016/j.ahj.2019.05.005

Оригинальные статьи

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.12-008.46-089-06

Отдаленные результаты лечения пациентов с ишемической болезнью сердца и многососудистым поражением венечных артерий под контролем моментального резерва кровотока**Б.Г. Алякян^{1,2}, Н.Н. Мелешенко¹, В.В. Атрошенко¹✉, Ю.М. Навалиев¹**¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, Москва, Российская Федерация² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация**Алякян Баграт Гегамович**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по науке, руководитель отдела рентгенэндоваскулярной хирургии; orcid.org/0000-0001-6509-566X**Мелешенко Николай Николаевич**, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-4204-1092✉ **Атрошенко Вячеслав Владимирович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0004-2809-9484, e-mail: Atroschenko96@mail.ru**Навалиев Юзбег Магамедович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0002-1401-6746**Резюме**

Цель исследования – определить стратегию реваскуляризации миокарда больных ишемической болезнью сердца с двух- и трехсосудистыми пограничными сужениями коронарных артерий (КА) и значением индекса моментального резерва кровотока (мРК) более 0,89 в отдаленном периоде наблюдения.

Материал и методы. Проведено одноцентровое ретро-, проспективное исследование, в которое вошли пациенты с пограничными сужениями КА и значением мРК более 0,89. В исследование были включены 116 больных с двух- и трехсосудистым поражением КА, со степенью сужения от 40 до 89%. Пациенты проходили лечение в НМИЦ хирургии А.В. Вишневского с сентября 2018 г. по май 2023 г. Двухсосудистое поражение венечных артерий было выявлено у 56 (48,3%), трехсосудистое – у 60 (51,7%) пациентов. У всех больных измерен мРК в коронарных артериях с сужением от 40 до 89%. В общей сложности было выполнено измерение мРК в 296 КА, из которых в бассейне передней межжелудочковой ветви – 116 (39,2%), в огибающей ветви – 90 (30,4%), в правой коронарной артерии – 90 (30,4%). У 86 (74,1%) из 116 пациентов (группа 1) было выполнено чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) всех гемодинамически значимых стенозов (мРК < 0,89) и выявлено одно или более пограничных сужений (мРК > 0,89), которые на момент исследования не требовали реваскуляризации. У 30 (25,9%) пациентов (группа 2) отсутствовали гемодинамически значимые стенозы по данным мРК, и им была назначена оптимальная медикаментозная терапия. Медиана наблюдения составила 15–21 мес.

Результаты. Частота незапланированной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде наблюдения была статистически больше в группе 1, чем в группе 2 (50,0% против 23,3%; $p=0,011$). В то же время статистически достоверной разницы между группами в отношении частоты больших сердечно-сосудистых осложнений ($p=0,57$), смерти от всех причин ($p=0,401$), развития острого нарушения мозгового кровообращения ($p=0,296$) и инфаркта миокарда ($p=0,1$) не было выявлено. Доказано, что наличие сахарного диабета (ОШ 0,239; 95% ДИ 0,079–0,730) и дислипидемии (ОШ 0,339; 95% ДИ 0,120–0,954) у пациентов увеличивает вероятность реваскуляризации миокарда ранее гемодинамически незначимых сужений КА в отдаленном периоде наблюдения. Частота реваскуляризации в ранее гемодинамически незначимых поражениях КА при контрольной госпитализации в отдаленном периоде (медиана наблюдения 20 мес) составила 50,0%.

Заключение. ЧКВ под контролем мРК у пациентов с многососудистыми пограничными поражениями венечных артерий является безопасным методом лечения в отношении больших сердечно-сосудистых событий. Динамическое наблюдение за данными пациентами с контрольным измерением мРК в отдаленном периоде служит оптимальной стратегией лечения, что крайне важно для выполнения своевременной реваскуляризации миокарда с целью снижения частоты больших сердечно-сосудистых событий. Пациенты с двух- и трехсосудистым поражением КА, у которых реваскуляризация миокарда была отложена на основании данных мРК, нуждаются в динамическом наблюдении кардиологов.

Ключевые слова: моментальный резерв кровотока, чрескожные коронарные вмешательства, многососудистое поражение коронарных артерий, пограничные стенозы коронарных артерий

Для цитирования: 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 ментального резерва кровотока. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 422–434. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 20.10.2024
Принята к печати 11.12.2024

Long-term results of treatment of patients with coronary disease and multivessel coronary artery lesion under the control of instantaneous wave-free ratio

B.G. Alekyan^{1,2}, N.N. Meleshenko¹, V.V. Atroshenko¹✉, Yu.M. Navaliev¹

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

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

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

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

✉ **Vyacheslav V. Atroshenko**, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0004-2809-9484,

e-mail: Atroshenko96@mail.ru

Yuzbeg M. Navaliev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1401-6746

Abstract

Objective. To determine the strategy of myocardial revascularization in patients with coronary artery disease with two- and three-vessel borderline stenosis of the coronary arteries (CA) and the value of the instantaneous wave-free ratio (iFR) of more than 0.89 in the long-term observation period.

Material and methods. A single-center retro- and prospective study that includes patients with borderline stenosis of the CA with an iFR value > 0.89. The study included 116 patients with two- and three-vessel coronary artery disease, the degree of stenosis of which ranged from 40 to 89%. Patients were treated at the National Medical Research Center of Surgery n.a. A. Vishnevsky from September 2018 to May 2023. Two-vessel coronary artery disease was detected in 56 (48.3%), and three-vessel disease in 60 (51.7%) patients. All patients underwent iFR measurement in all coronary arteries with a narrowing of 40 to 89%. In total, iFR measurements were performed in 296 CA, including 116 (39.2%) in the anterior interventricular branch, 90 (30.4%) in the circumflex branch, and 90 (30.4%) in the right coronary artery. Percutaneous coronary intervention (PCI) was performed in 86 (74.1%) of 116 patients (group 1) and at least one or more borderline stenosis (iFR > 0.89) were detected, which did not require revascularization at the time of the study. Thirty patients (25.9%) (group 2) had no hemodynamically significant stenoses according to iFR data and were prescribed optimal medical therapy. The median follow-up was 15–21 months.

Results. The frequency of unplanned myocardial revascularization in the long-term follow-up period was higher in group 1 than in group 2 (50.0% vs. 23.3%; $p=0.011$), but no statistically significant difference between the diseases was identified in the frequency of major cardiovascular complications ($p=0.57$), all-cause death ($p=0.401$), stroke ($p=0.296$) and myocardial infarction ($p=0.1$). The presence of diabetes mellitus (OR 0.239; 95% CI 0.079–0.730) and dyslipidemia (OR 0.339; 95% CI 0.120–0.954) in patients showed tendencies for myocardial revascularization of previously hemodynamically insignificant coronary artery stenosis in the long-term follow-up period. The frequency of revascularization in previously hemodynamically insignificant coronary artery lesions during control hospitalization in the long-term period (median observation 20 months) was 50.0%.

Conclusion. PCI under iFR control in patients with multivessel borderline coronary artery lesions is a safe treatment method in terms of major cardiovascular events. Dynamic observation of these patients with control iFR measurement in the remote period is the optimal treatment strategy, which is extremely important for timely myocardial revascularization in order to reduce the incidence of major cardiovascular events. Patients with two- and three-vessel coronary lesions, in whom myocardial revascularization was postponed based on iFR, require dynamic observation by cardiologists.

Keywords: instantaneous wave-free ratio, percutaneous coronary interventions, multivessel lesion of the coronary arteries, borderline stenoses of the coronary arteries

For citation: 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. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434

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

Received October 20, 2024
Accepted December 11, 2024

Введение

Ишемическая болезнь сердца остается одной из основных причин инвалидизации и смертности в развитых странах [1]. В связи с увеличением общей продолжительности жизни населения и его старением все чаще в клинической практике встречаются пациенты с тяжелым поражением коронарного русла, в том числе с многососудистым и стволовым поражением коронарных артерий (КА) [2]. Так, по данным British Cardiac Intervention Society, среди пациентов с острым коронарным синдромом без подъёма сегмента ST от 30 до 50% имели многососудистое поражение КА при первичной коронарографии [3]. А согласно регистру CASS, 12-летняя выживаемость у пациентов с двух- и трехсосудистым поражением КА составляет 59 и 50% соответственно [4].

Большое значение в диагностике многососудистых поражений КА имеет коронарография, так как она является неотъемлемой процедурой для визуализации венечных артерий с целью определения последующей стратегии лечения. Несмотря на большое количество исследований, посвященных выбору оптимальной стратегии лечения таких пациентов, а также согласно данным Европейского общества кардиологов (ЕОК) от 2024 г., до настоящего времени решение о выборе метода прямой реваскуляризации миокарда принимается на основании исследования SYNTAX (The SYnergy between PCI with TAXus and cardiac surgery) [5–7]. В исследовании проводилось сравнение клинических результатов пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии или трехсосудистым поражением КА, которым выполнялось чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) с использованием стентов с лекарственным покрытием первого поколения TAXUS или коронарное шунтирование (КШ). На основе полученных результатов была разработана шкала SYNTAX Score (SS), которая имеет градацию рисков в зависимости от ангиографических данных, полученных по результатам коронарографии (учитывались стенозы со степенью сужения 50% или более). Таким образом, разница в интерпретации выявленных поражений может привести к завышению или занижению балла SS, что в свою очередь может повлиять на выбор оптимальной стратегии реваскуляризации миокарда [8].

К тому же на основании результатов коронарографии можно судить лишь об анатомо-морфологическом строении артерии, в то время как функциональные параметры коронарного русла остаются без должной оценки.

Важно подчеркнуть, что именно функционально значимые стенозы являются причиной ангинозных болей и именно они должны быть реваскуляризованы [9, 10]. Функциональная оценка коронарного русла имеет большое значение, так как при выявлении пограничных стенозов (степень сужения 40–89%) лишь часть из них могут вызывать ишемию миокарда.

На сегодняшний день одними из основных методов инвазивной оценки функциональной значимости пограничных стенозов являются измерение фракционного резерва кровотока (ФРК) и измерение моментального резерва кровотока (мРК). Основной принцип данных методов заключается в измерении градиентов давления дистальнее стеноза (Pd) к давлению проксимальнее соответствующего сужения КА (Pa). Разница между этими методами заключается в том, что расчет индекса ФРК происходит во время максимальной гиперемии, что достигается путем введения гиперемических препаратов (папаверин, аденозин), тогда как расчет индекса мРК происходит во время особой фазы диастолы – в «безволновой период» [11, 12].

Измерение ФРК доказало свою значимость и эффективность в таких крупных исследованиях, как DEFER, FAME и FAME II. Позднее, в 2017 г., были опубликованы ключевые исследования DEFINE-FLAIR и iFR SWEDHEART, согласно результатам которых метод измерения мРК по эффективности и безопасности не уступал ФРК [13]. Два этих метода прочно закрепились в клинической практике и, по данным рекомендаций ЕОК от 2024 г., имеют класс рекомендаций I и уровень доказательности A для оценки гемодинамической значимости пограничных стенозов КА.

В настоящее время реваскуляризация миокарда, согласно рекомендациям ЕОК, проводится при значениях мРК $\leq 0,89$, а при мРК $> 0,89$ реваскуляризация миокарда не показана. Что касается пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий, то выполнение ЧКВ под контролем ФРК, согласно тем же рекомендациям, имеет класс IIa и уровень доказательности B, основываясь

на таких исследованиях, как FAME и FAME II [14, 15].

Несмотря на доказанную эффективность, метод ФРК имеет ряд ограничений, связанных с введением гиперемических препаратов. Одним из опасных и жизнеугрожающих осложнений является фибрилляция желудочков, которая может возникнуть в 3–7% случаев [16]. У пациентов с многососудистым поражением КА с целью измерения показателя ФРК для каждого стеноза требуется большее количество введений вазодилаторов, что может увеличить риск возникновения данного осложнения [17]. С нашей точки зрения, измерение мРК у данной группы пациентов является более рациональным и безопасным методом [18]. Однако на сегодняшний день отсутствуют крупные рандомизированные исследования, демонстрирующие отдаленные клинические результаты у больных с многососудистым поражением коронарных артерий, реваскуляризация которых была основана на показателе мРК. В связи с этим целью нашего исследования стало изучение отдаленных результатов лечения пациентов с двух- и трехсосудистым поражением коронарных артерий, реваскуляризация которых была основана на показателе мРК со значением индекса более 0,89, и на основании полученных результатов определение оптимальной стратегии реваскуляризации миокарда.

Материал и методы

В исследование вошли пациенты с многососудистым поражением венечного русла, которые, в соответствии с дизайном исследования, были разделены на две группы (рис. 1).

В группу 1 включены пациенты, у которых выполнялась полная функциональная реваскуляризация (ЧКВ) под контролем мРК и одновременно было выявлено одно или более гемодинамически незначимых поражений КА. В группу 2 включены пациенты, которые на момент исследования не имели гемодинамически значимых стенозов и им была назначена оптимальная медикаментозная терапия (ОМТ). В отдаленном периоде наблюдения выполнялся сбор клинических данных с помощью анкетирования, после чего пациентам предлагалась повторная госпитализация в Центр для проведения контрольной коронарографии (КГ) и оценки показателя мРК в ранне гемодинамически незначимых стенозах.

В исследование включены 116 пациентов с двух- и трехсосудистым пограничным поражением КА, степень сужения которых, по данным коронарографии, была в диапазоне от 40 до 89%. Все пациенты проходили лечение в НМИЦ хирургии А.В. Вишневого (далее Центр) с сентября 2018 г. по май 2023 г. Двухсосудистое поражение венечного русла было выявлено у 56 (48,3%), трехсосудистое – у 60 (51,7%) пациентов. Медиана возраста пациентов составила 68–75,5 года (от 46 до 86 лет). Из 116 пациентов 89 (76,7%) были мужского, 27 (23,3%) – женского пола. Стенокардия напряжения I функционального класса (ФК) имела место у 6 (5,2%) пациентов, II ФК – у 63 (54,3%), III ФК – у 27 (23,3%), IV ФК – у 3 (2,6%), а отсутствие клиники стенокардии – у 17 (14,7%) (табл. 1).

Данные всех 116 пациентов были обсуждены на консилиуме «сердечной команды», где определялась оптимальная стратегия их лече-

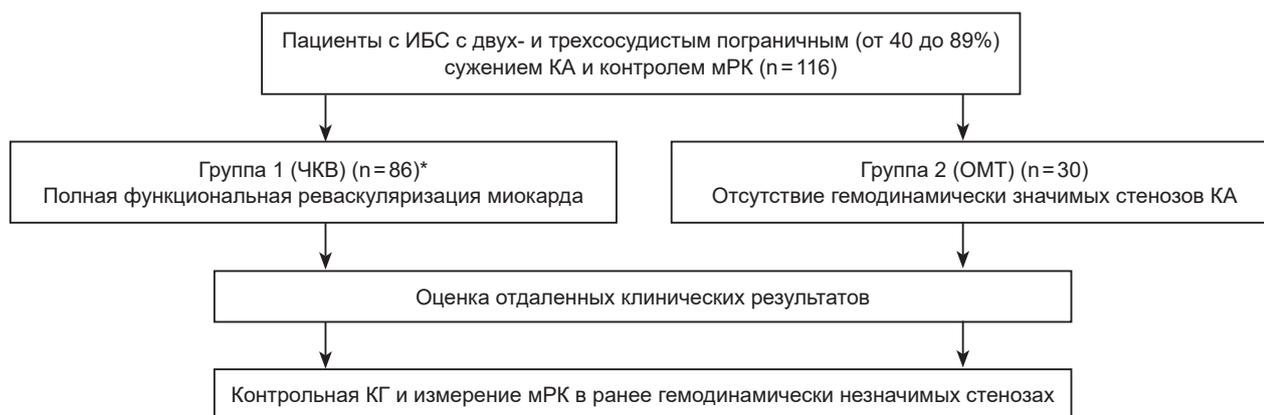


Рис. 1. Дизайн исследования.

* Все пациенты имели как минимум одно поражение КА со значением мРК > 0,89

Клиническая характеристика пациентов

Параметр	Значение	
	абс.	%
Пол		
мужской	89	76,7
женский	27	23,3
Возраст, Ме; Q ₁ –Q ₃ , лет	68–75,5	–
ОНМК в анамнезе	17	14,7
ИМ в анамнезе	26	22,4
ЧКВ в анамнезе	46	39,7
Стенокардия напряжения по ССС		
I ФК	6	5,2
II ФК	63	54,3
III ФК	27	23,3
IV ФК	3	2,6
без клиники стенокардии	17	14,7
Факторы риска развития ИБС		
артериальная гипертензия	96	82,8
дислипидемия	85	73,3
курение в анамнезе	47	40,5
сахарный диабет	34	29,3
ожирение	23	19,8

Примечание. ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ИМ – инфаркт миокарда.

ния. Согласно решению консилиума, всем пациентам было выполнено измерение мРК во всех коронарных артериях, которые имели пограничные сужения от 40 до 89%. В общей сложности проведено измерение мРК в 296 КА, из которых в бассейне передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) – 116 (39,2%), в огибающей ветви (ОВ) – 90 (30,4%), в правой коронарной артерии (ПКА) – 90 (30,4%) (табл. 2). Среднее число поражений КА на одного пациента составило 2,6. При значении индекса мРК $\leq 0,89$ все венечные артерии были

подвергнуты ЧКВ с использованием стентов с лекарственным покрытием нового поколения: Xience (Abbott), PROMUS Element (Boston Scientific), стентов с биоразлагаемым полимером – Synergy (Boston Scientific), а также стентов с лекарственным покрытием без полимерного покрытия – Cre8 (CID-Alvimedica). В исследование были включены лишь те пациенты, которые по результатам измерения мРК имели одно или более сужений КА, в которых показатель мРК был более 0,89 и не требовал проведения прямой реваскуляризации мио-

Характеристика поражений коронарных артерий

Параметр	Локализация стенозов		
	ПМЖВ (n = 116)	ОВ (n = 90)	ПКА (n = 90)
Средняя степень сужения, М±SD, %	66,16±11,69	68,75±13,17	67,22±12,36
Выполненное ЧКВ, n (%)	50 (43,1)	30 (33,3)	25 (27,8)
Отложенная реваскуляризация, n (%)	66 (56,9)	60 (66,7)	65 (72,2)
Двухсосудистое поражение, n (%)	56 (48,3)		
Трехсосудистое поражение, n (%)	60 (51,7)		

карда. У 86 (74,1%) (группа 1) из 116 пациентов с показателем мРК менее 0,89 было выполнено ЧКВ и одновременно с этим выявлено одно или более пограничных сужений, которые на момент исследования не требовали реваскуляризации миокарда. У 30 (25,9%) пациентов (группа 2) отсутствовали гемодинамически значимые стенозы (мРК > 0,89), и им была назначена оптимальная медикаментозная терапия (см. рис. 1).

При проведении ЧКВ и изучении показателя моментального резерва кровотока у 116 пациентов не было выявлено никаких осложнений и летальных исходов на госпитальном этапе.

Анализ отдаленных результатов проводился на основании сбора клинических данных при визите пациентов в клинику, повторной госпитализации и с помощью телефонного опроса. В качестве первичной конечной точки оценивалась частота больших сердечно-сосудистых событий (МАСЕ), которая включала общую смертность, ИМ и ОНМК. В качестве вторичной конечной точки оценивалась общая частота незапланированной реваскуляризации миокарда и частота реваскуляризации в целевой артерии. Целевой считалась коронарная артерия, в которой на госпитальном этапе по данным коронарографии имелась степень сужения от 40 до 89% со значением индекса мРК более 0,89. После сбора клинических данных всем пациентам предлагалась повторная госпитализация в Центр для выполнения контрольной коронарографии с измерением показателя мРК в ранее гемодинамически незначимых сужениях для оценки динамики его изменения и принятия правильного решения по стратегии реваскуляризации. Сбор клинических данных был проведен у всех 116 пациентов. Медиана периода наблюдения составила 15–21 мес (от 2 до 56 мес).

Критерии включения пациентов в исследование: возраст старше 18 лет; поражение двух и трех коронарных артерий диаметром более 2 мм, оцениваемое по результатам коронарографии или определения QCA как 40–89% стенозирование по диаметру в бассейне ПМЖВ, ОВ, ПКА при любом типе кровоснабжения миокарда, с последующим определением моментального резерва кровотока в пораженных артериях; наличие информированного согласия пациента на включение в клиническое исследование.

Критерии исключения: острый коронарный синдром на момент госпитализации; клапанная патология сердца, требующая хирургической коррекции; противопоказания к двойной дезагрегантной терапии; наличие ангиографических признаков фрагментированного или флотирующего тромба в просвете артерий; коронарное шунтирование в анамнезе; наличие коронаросердечных фистул: поражения ствола ЛКА.

Статистический анализ данных. Описательные статистики представлены в виде наблюдаемого числа случаев (относительная частота) для качественных переменных и среднего (стандартное отклонение) и медианы (1-й и 3-й квартили) в зависимости от нормальности распределения – для количественных. Для оценки зависимости исхода от различных факторов был выполнен анализ номинальных переменных с построением таблицы сопряженности. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера в зависимости от числа наблюдаемых явлений менее 5. С целью оценки влияния бинарных факторов и расчета скорректированного отношения шансов на исход (реваскуляризация целевой артерии) была построена многофакторная бинарная логистическая регрессия. Для отбора факторов использовался метод исключения по статистике Вальда. Для оценки выживаемости пациентов применялась кривая Каплана–Мейера. Оценка наступления исхода в зависимости от группы исследования была выполнена с помощью log-rank критерия Мантела–Кокса.

Отдаленные клинические результаты

За период наблюдения (Q_1 – Q_3 , 15–21 мес) в группе 1 частота больших сердечно-сосудистых осложнений составила 12,8%, в группе 2 – 13,3% ($p=1,0$), смертность от всех причин – 9,3 и 6,7% ($p=1,0$), частота развития ИМ (фатальный и нефатальный) – 5,8 и 0% ($p=n/s$), ОНМК – 1,2 и 6,7% ($p=0,164$) соответственно. Частота внесердечных причин смерти в группе 1 составила 5,8%: 1 (1,2%) – внезапная смерть, 1 (1,2%) – смерть от онкологического заболевания, 2 (2,3%) – от коронавирусной инфекции, в то время как в группе 2 отмечено всего 2 (6,7%) случая внесердечной смерти – от коронавирусной инфекции. Частота

Отдаленные клинические результаты лечения больных ИБС с пограничными сужениями коронарных артерий

Параметр	Группа 1 (n = 86)		Группа 2 (n = 30)		P	Всего (n = 116)	
	n	%	n	%		n	%
<i>Первичные конечные точки</i>							
МАСЕ	11	12,8	4	13,3	1,0	15	12,9
Смерть от всех причин	8	9,3	2	6,7	1,0	10	8,6
внезапная смерть	1	1,2	0	0	N/s	1	0,9
онкология	1	1,2	0	0	N/s	1	0,9
коронавирусная инфекция	2	2,3	2	6,7	0,275	4	3,4
ТЭЛА	1	1,2	0	0	N/s	1	0,9
ОНМК	1	1,2	2	6,7	0,164	3	2,6
ИМ, всего	5	5,8	0	0	N/s	5	4,3
ИМ фатальный	3	3,5	0	0	N/s	3	2,6
ИМ нефатальный	2	2,3	0	0	N/s	2	1,7
<i>Вторичные конечные точки</i>							
Незапланированная реваскуляризация	43	50,0	7	23,3	0,011	50	43,1
Реваскуляризация целевой* артерии	29	33,7	6	20,0	0,175	35	30,2

Примечание. ТЭЛА – тромбоз легочной артерии; n/s – not significant.

*Целевой артерией является КА, в которой имеется степень сужения от 40 до 89%, по данным коронарографии, и значение индекса МРК более 0,89.

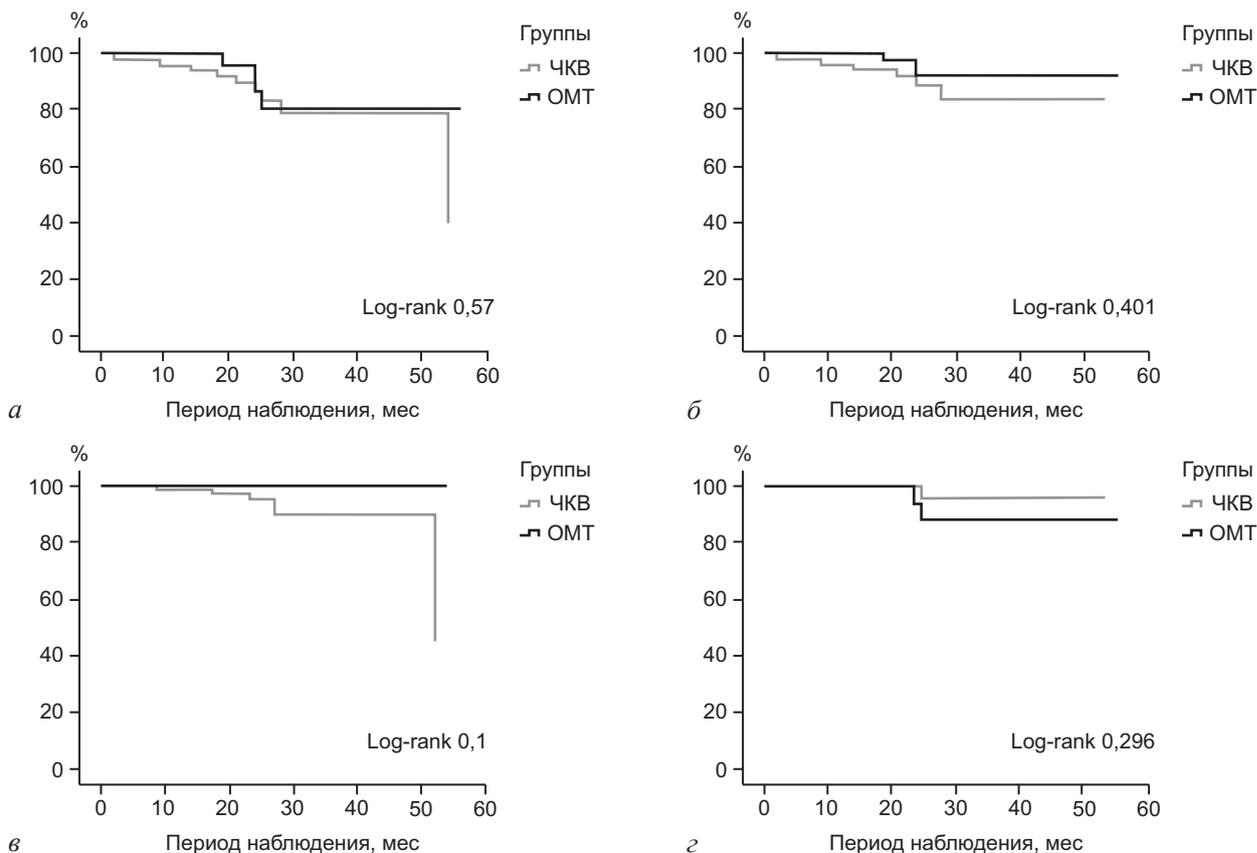


Рис. 2. Кривые Каплана–Мейера свободы от МАСЕ (а), смерти от всех причин (б), ИМ (в) и ОНМК (г) в группах исследования

незапланированной реваскуляризации миокарда в группе 1 составила 50% (n=43), в группе 2 – 23,3% (n=7) (p=0,011). Реваскуляризация в целевой артерии в группе 1 проведена у 29 (33,7%), в группе 2 – у 6 (20,0%) пациентов (p=0,175) (табл. 3).

Частота наступления больших сердечно-сосудистых событий (p=0,57), смерти от всех причин (p=0,401), ИМ (p=0,1) и ОНМК (p=0,296) в исследуемых группах, по данным log-rank критерия Мантела–Кокса, статистически значимо не различалась (рис. 2).

Факторы риска реваскуляризации целевой артерии

Из 116 пациентов реваскуляризация целевой артерии в отдаленном периоде наблюдения (Q₁–Q₃ 15–21 мес) была выполнена у 35 (30,2%) пациентов. В качестве факторов риска, которые могли повлиять на частоту реваскуляризации целевой артерии, были проанализированы такие показатели, как артериальная гипертензия (АГ), сахарный диабет (СД), дислипидемия, наличие мультифокального атеросклероза (МФА), наличие хронической/критической ишемии нижних конечностей (ХИНК/КИНК), атеросклероза брахиоцефальных артерий (БЦА) и курение в анамнезе (табл. 4).

Анализ номинальных переменных с построением таблицы сопряженности показал, что наличие сахарного диабета статистически значимо влияет на частоту реваскуляризации целевой артерии (ОШ 0,299; 95% ДИ 0,105–0,854). При построении многофактор-

ной регрессионной модели выявлена ее статистическая достоверность (p=0,023). Чувствительность модели с оценкой влияния факторов составила 86,4%, специфичность – 45,7%. Диагностическая эффективность составила 74,1% и соответствует количеству верных прогнозов как о наличии, так и об отсутствии исхода (реваскуляризация целевой артерии). Исходя из значений коэффициента детерминации Найджелкерка, модель учитывает 18,5% факторов, определяющих вероятность развития исхода. Таким образом, было выявлено, что сахарный диабет (ОШ 0,239; 95% ДИ 0,079–0,730) и дислипидемия (ОШ 0,339; 95% ДИ 0,120–0,954) статистически значимо увеличивают вероятность реваскуляризации ранее гемодинамически незначимых поражений коронарных артерий. Сахарный диабет статистически значимо увеличивает шанс развития исхода в 4,2 раза, а дислипидемия – в 2,95 раза. Прочих факторов или сочетания нескольких факторов, статистически значимо увеличивающих риск развития исхода, получено не было.

Контрольная коронарография и измерение мРК в целевой артерии

Из 116 пациентов в отдаленном периоде наблюдения 15 (12,9%) достигли первичной конечной точки. Таким образом, повторная госпитализация для выполнения контрольной коронарографии и измерения мРК в ранее гемодинамически незначимых стенозах была предложена 101 пациенту. В Центр были госпитализированы 59 (58,4%) пациентов,

Таблица 4

Анализ номинальных переменных с построением таблицы сопряженности для оценки зависимости реваскуляризации целевой артерии от факторов риска

Фактор риска	Реваскуляризация целевой артерии				P	ОШ; 95% ДИ
	Наличие фактора риска		Отсутствие фактора риска			
	n	%	n	%		
Артериальная гипертензия	30	31,3	5	25,0	0,790	1,364; 0,454–4,098
Сахарный диабет	30	88,2	5	6,1	0,026	0,299; 0,105–0,854
Дислипидемия	23	27,1	12	38,7	0,257	0,587; 0,247–1,397
МФА	15	30,0	20	30,3	1,000	0,986; 0,443–2,196
ХИНК	9	25,0	26	32,5	0,514	0,692; 0,285–1,682
КИНК	1	33,3	34	30,1	1,000	1,162; 0,102–13,248
Стеноз БЦА > 75%	10	34,5	25	28,7	0,642	1,103; 0,533–3,196
Курение	16	34,0	19	27,5	0,538	1,358; 0,609–3,029

33 (32,7%) – отказались от повторной госпитализации по различным причинам (отсутствие клиники стенокардии, семейные обстоятельства, отсутствие приверженности к лечению), 2 (2,0%) – предоставили результаты отрицательной нагрузочной пробы, у 7 (6,9%) – госпитализация была отложена ввиду сопутствующей патологии. Всем 59 пациентам была выполнена контрольная коронарография с измерением МРК в целевых артериях. При показателе МРК в артериях $\leq 0,89$ выполнялось их стентирование. У повторно госпитализированных пациентов медиана наблюдения составила 20 мес (Q_1 – Q_3 14–32) (от 1 до 54 мес). У 23 (39,0%) из 59 пациентов было выполнено ЧКВ в ранее гемодинамически незначимых поражениях. Общее количество КА, которые изначально имели значение МРК более 0,89, составило 90. Частота выполнения ЧКВ в данных поражениях в отдаленном периоде составила 50,0% ($n=45$) (рис. 2), из них 22,2% ($n=20$) имели степень сужения от 40 до 89% и были реваскуляризованы в зависимости от значения МРК $\leq 0,89$; 27,8% ($n=25$) имели степень сужения $\geq 90\%$ и были подвергнуты стентированию без определения МРК. Повторное измерение МРК выполнено в 65 (72,2%) КА. Средний показатель МРК при первичной госпитализации во всех этих артериях составил $0,957 \pm 0,03$, а в отдаленном

периоде $0,915 \pm 0,08$. Таким образом, в отдаленном периоде наблюдения отмечается статистически значимое снижение индекса МРК ($p < 0,001$) при медиане наблюдения 20 (Q_1 – Q_3 14–32) мес.

Также нами был проведен анализ частоты реваскуляризации КА в отдаленном периоде при значении МРК от 0,90 до 0,93 («серая» зона) по сравнению со значением МРК более 0,93. Согласно полученным данным, частота реваскуляризации миокарда в диапазоне МРК от 0,90 до 0,93 составила 60% ($n=15$), а в диапазоне МРК более 0,93 – 46,2% ($n=30$); статистически достоверной разницы получено не было ($p=0,295$).

Обсуждение

На сегодняшний день существует множество методов верификации ишемии миокарда. В клинической практике наибольшее значение имеют такие визуализирующие нагрузочные пробы, как однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) с фармакологическим стресс-тестом (стресс-МРТ), стресс-эхокардиография, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и сцинтиграфия миокарда. Согласно рекомендациям ЕОК 2024 г., показанием к реваскуляризации миокарда является объем ишемического поражения 10% и более

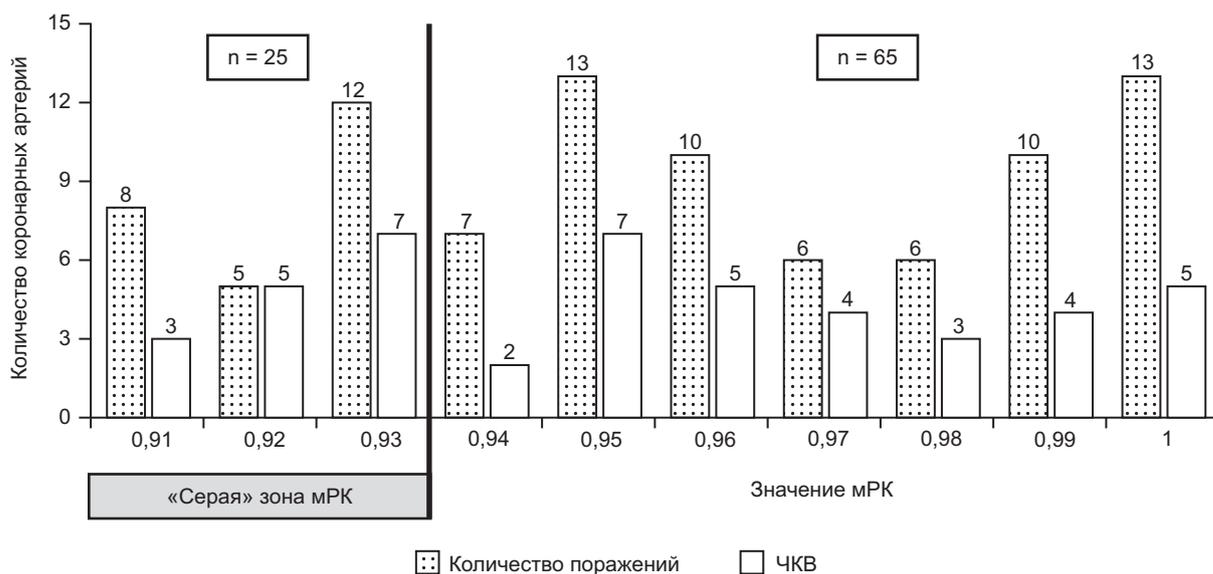


Рис. 2. Исходное распределение количества пораженных КА по значению показателя МРК и их частота реваскуляризации в отдаленном периоде наблюдения.

«Серая» зона МРК – диапазон значений индекса МРК от 0,86 до 0,93, при котором диагностическая точность составляет более 90%

[8]. Однако определение симптом-связанных КА у пациентов с многососудистым поражением может быть недостаточно информативно ввиду большого распределения зон ишемии. Таким образом, применение таких инвазивных методов верификации ишемии, как ФРК или мРК, является оптимальным решением, так как позволяет выявить значимые поражения в каждом отдельном коронарном бассейне. В России с каждым годом возрастает количество выполняемых исследований с применением оценки физиологии коронарного русла. Так, если в 2014 г. в нашей стране было проведено всего 607 таких исследований, то уже в 2023 г. – 5886, что, конечно, сильно отстает от реальной потребности [19].

Отдаленные клинические результаты лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла под контролем ФРК были представлены в исследованиях FAME и FAME II [15, 20]. В крупном рандомизированном исследовании FAME принимало участие 1005 пациентов. Данная когорта больных была разделена на две группы: ЧКВ под контролем коронарографии – 496 (49%) и ЧКВ под контролем ФРК – 509 (51%) человек. В группе ФРК 115 (23%) пациентов имели трехсосудистое, 394 (77%) – двухсосудистое поражение. После измерения показателя ФРК 99 (19,4%) пациентов из этой группы имели гемодинамически незначимые поражения, а у 11 (2,2%) из них отсутствовали гемодинамически значимые стенозы. Через 2 года наблюдения частота кардиальных событий (смерть, ИМ и повторная реваскуляризация миокарда) в группе ЧКВ под контролем коронарографии оказалась больше по сравнению с группой ЧКВ под контролем ФРК (22,4% против 17,9% соответственно, $p=0,08$). В исследовании FAME II проведен сравнительный анализ методов лечения – ЧКВ и оптимальной медикаментозной терапии. В исследовании принимали участие 888 пациентов с многососудистым поражением КА, которые уже на момент его проведения находились на ОМТ. Всем пациентам измеряли ФРК. При ФРК менее 0,8 хотя бы одного из бассейнов коронарных артерий пациенты были рандомизированы на две группы: группа 1 – выполнение ЧКВ; группа 2 – пациентам была назначена ОМТ. По результатам измерения ФРК, 332 (37,4%) пациента не имели ни одного гемодинамически значимого стеноза. За пя-

тилетний период наблюдения в группе ФРК отмечалось уменьшение частоты первичной конечной точки (смерть, ИМ и экстренная реваскуляризация миокарда) в сравнении с группой ОМТ (13,9% против 27,0% соответственно, $p<0,001$).

Отдаленные результаты лечения больных ИБС с многососудистым поражением КА под контролем измерения мРК изучены в гораздо меньшей степени по сравнению с методом измерения ФРК. Так, в многоцентровые проспективные исследования iFR SWEDENEART и DEFINE-FLAIR были включены 4511 больных ИБС с одно-, двух- и трехсосудистыми поражениями коронарных артерий [21]. Они были распределены на две группы: группа 1 – реваскуляризация под контролем мРК ($n=2254$), группа 2 – реваскуляризация под контролем ФРК ($n=2257$). По данным коронарографии, лишь 39% пациентов имели многососудистое поражение КА. После измерения показателей физиологии коронарного русла в группе мРК 50% пациентов не имели гемодинамически значимых стенозов, а в группе ФРК – 55% ($p=0,008$). Через 1 год наблюдения частота больших сердечно-сосудистых осложнений в исследовании DEFINE-FLAIR в группе мРК составила 6,8%, в группе ФРК – 7,0% ($p=0,78$). Аналогичные результаты были получены и в исследовании iFR SWEDENEART: в группе мРК – 6,7%, а ФРК – 6,1% ($p=0,53$). Через 5 лет наблюдения частота больших сердечно-сосудистых событий в группе мРК составила 21,5% ($n=1019$), а в группе ФРК – 18,6% ($n=1018$) (ОШ 1,18, 95% ДИ [1,04; 1,34]), а частота незапланированной реваскуляризации составила 10,4% против 10,7% соответственно (ОШ 0,99, 95% ДИ [0,83; 1,19]).

В нашем исследовании в отдаленном периоде наблюдения (Q_1 – Q_3 15–21 мес) частота больших сердечно-сосудистых осложнений составила 12,9%, что практически сопоставимо с результатами исследований FAME I и FAME II и результатами исследований DEFINE-FLAIR и iFR SWEDENEART. Однако в нашей работе мы столкнулись с большой частотой незапланированной реваскуляризации миокарда – 50%. При этом в исследованиях DEFINE-FLAIR и iFR SWEDENEART через 5 лет наблюдения аналогичный показатель составил всего 10,4%. Мы предполагаем, что такие результаты могут быть связаны с тем, что все наши пациенты исходно имели

двух- и трехсосудистое поражение КА в отличие от ранее описанного исследования, где лишь у 39% пациентов было многососудистое поражение КА [21].

В своем исследовании мы также получили статистически значимое увеличение вероятности реваскуляризации ранее гемодинамически незначимых сужений КА у пациентов с СД (ОШ 0,239; 95% ДИ 0,079–0,730) в отдаленном периоде наблюдения. На сегодняшний день одной из крупных работ, которая была ориентирована на изучение больных ИБС в сочетании с СД, является исследование FREEDOM [22]. Цель исследования состояла в оценке эффективности реваскуляризации миокарда с помощью ЧКВ с применением стентов с лекарственным покрытием и КШ. В исследование были включены 1900 пациентов с ИБС в сочетании с СД. У 83% больных имелось трехсосудистое поражение коронарного русла. Все пациенты были рандомизированы на две группы: в группу 1 (КШ) включены 947 пациентов, в группу 2 (ЧКВ) – 953. Через 5 лет наблюдения частота больших сердечно-сосудистых событий в группе 1 составила 18,7%, в группе 2 – 26,6% ($p=0,005$). Таким образом, результаты данного исследования демонстрируют неблагоприятное влияние СД и преимущество КШ у пациентов с многососудистым поражением КА и СД.

В свою очередь, влияние СД у пациентов, у которых реваскуляризация миокарда была основана на функциональной оценке коронарного русла, изучено в меньшей степени. Так, в исследовании J.M. Lee et al. сравнивались отдаленные клинические результаты лечения больных ИБС с СД и без него под контролем мРК и ФРК в отношении больших сердечно-сосудистых осложнений [23]. Через 1 год наблюдения не было выявлено статистической разницы между группами по частоте МАСЕ (10,0% против 7,2%; $p=0,30$). Однако отмечено значительное увеличение частоты больших сердечно-сосудистых событий у пациентов с СД (8,6% против 5,6%; $p<0,001$). В 2022 г. были опубликованы результаты исследования A. Castro-Mejia et al., целью которого было определение безопасности отложенной реваскуляризации миокарда у пациентов с/без СД [24]. В исследование были включены 444 пациента (164 больных СД и 280 – без СД) с 593 пограничными поражениями КА, со значением мРК более 0,89 или ФРК более 0,8.

Медиана наблюдения составила 43 мес. В отдаленном периоде наблюдения не было выявлено статистически значимой разницы между данными группами пациентов в отношении частоты больших сердечно-сосудистых осложнений (20,1% против 13,2%; $p=0,245$). Также не выявлено статистически достоверной разницы в отношении смертности от всех причин ($p>0,05$), частоты развития ИМ ($p=0,874$) и незапланированной реваскуляризации в целевой артерии ($p=0,814$). Однако у пациентов с СД отмечалась тенденция к увеличению частоты ИМ (6,7% против 2,9%; $p=0,063$).

В настоящее время методы оценки функциональной значимости сужений КА (мРК, ФРК) все больше внедряются в клиническую практику рентгенэндоваскулярных хирургов при лечении пациентов с ИБС, как в России, так и во всем мире. Эти диагностические мероприятия позволяют выявить гемодинамически значимые поражения КА и, как следствие, уменьшить количество имплантируемых стентов и частоту стент-ассоциированных осложнений. С нашей точки зрения, динамическое наблюдение за пациентами с гемодинамически незначимыми стенозами при наличии многососудистого поражения коронарного русла по данным ангиографии является оптимальной стратегией лечения. Этот подход позволит своевременно выполнить реваскуляризацию миокарда при значении индекса мРК $\leq 0,89$, что может предотвратить развитие неблагоприятных сердечно-сосудистых осложнений. Также важно учитывать и корректировать факторы риска развития ИБС у этой категории больных. Таким образом, полученный в нашем исследовании высокий общий процент незапланированной реваскуляризации миокарда (50%) и частоты реваскуляризации целевой артерии (35%) в отдаленном периоде свидетельствует о необходимости проведения ежегодного скрининга таких пациентов с тщательным динамическим наблюдением и коррекцией ОМТ со стороны кардиологов.

Заключение

Чрескожное коронарное вмешательство под контролем мРК у пациентов с многососудистыми пограничными поражениями венечных артерий является безопасным методом лечения в отношении больших сердечно-сосудистых событий. Так, в отдаленном периоде

наблюдения не выявлено статистически достоверной разницы между исследуемыми группами в отношении МАСЕ ($p=0,57$), ИМ ($p=0,1$), смерти от всех причин ($p=0,401$) и ОНМК ($p=0,296$). Однако отмечено статистически достоверное увеличение частоты незапланированной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде в группе, где выполнялась полная функциональная реваскуляризация ($p=0,011$).

С нашей точки зрения, динамическое наблюдение за данными группами пациентов с контрольным измерением мРК в отдаленном периоде является оптимальной стратегией лечения в связи с выявлением статистически достоверного снижения показателя мРК ($p<0,001$) в целевой артерии по сравнению с госпитальным периодом. Таким образом это позволит своевременно выполнить реваскуляризацию миокарда и снизить частоту больших сердечно-сосудистых событий у данных групп пациентов. Важно отметить, что пациенты с двух- и трехсосудистым поражением КА, у которых реваскуляризация миокарда была отложена на основании данных мРК, нуждаются в динамическом наблюдении кардиологов с коррекцией оптимальной медикаментозной терапии.

Литература/References

- 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 11.10.2024)
- Norhammar A., Malmberg K., Diderholm E., Lagerqvist B., Lindahl B., Rudén 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
- Rathod K.S., Koganti S., Jain A.K., Astroulakis Z., Lim P., Rakhit R. et al. Complete versus culprit-only lesion intervention in patients with acute coronary syndromes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 72 (17): 1989–1999. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.07.089
- Emond M., Mock M.B., Davis K.B., Fisher L.D., Holmes D.R., Chaitman B.R. et al. Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation.* 1994; 90 (6): 2645–2657. DOI: 10.1161/01.cir.90.6.2645
- Serruys P.W., Morice M.-C., Kappetein A.P., Colombo A., Holmes D.R., Mack M.J. et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (10): 961–972. DOI: 10.1056/nejmoa0804626
- Head S.J., Milojevic M., Daemen J., Ahn J.M., Boersma E., Christiansen E.H. et al. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *Lancet.* 2018; 391: 939–948. DOI: 10.1016/s0140-6736(18)30423-9
- 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: 128–137. DOI: 10.1056/NEJMoa2112299
- Beauman G.J., Vogel R.A. Accuracy of individual and panel visual interpretations of coronary arteriograms; Implications for clinical decisions. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990; 16 (1): 108–113. DOI: 10.1016/0735-1097(90)90465-2
- Shaw L.J., Iskandrian A.E. Prognostic value of gated myocardial perfusion SPECT. *J. Nucl. Cardiol.* 2004; 11 (2): 171–185. DOI: 10.1016/j.nuclcard.2003.12.004
- Davies R.F., Goldberg A.D., Forman S., Pepine C.J., Knatterud G.L., Geller N. et al. Asymptomatic Cardiac Ischemia Pilot (ACIP) Study two-year follow-up. *Circulation.* 1997; 95 (8): 2037–2043. DOI: 10.1161/01.cir.95.8.2037
- Pijls N.H., Sels J.W. Functional measurement of coronary stenosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59 (12): 1045–1057. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.09.077
- Kern M.J. An adenosine-independent index of stenosis severity from coronary wave – intensity analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59 (15): 1403–1405. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.11.006
- Davies J.E., Sen S., Dehbi H.-M., Al-Lamee R., Petraco R., Nijjer S.S. et al. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376 (19): 1824–1834. DOI: 10.1056/nejmoa1700445
- Van Nunen L.X., Zimmermann F.M., Tonino P.A., Barbato E., Baumbach A., Engström T. et al. Fractional flow reserve versus angiography for guidance of PCI in patients with multivessel coronary artery disease (FAME): 5-year follow-up of a randomised controlled trial. *Lancet.* 2015; 386 (10006): 1853–1860.
- De Bruyne B., Pijls N.H.J., Kalesan B., Barbato E., Tonino P.A.L., Piroth Z. et al. Fractional flow reserve – guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367 (11): 991–1001. DOI: 10.1056/nejmoa1205361
- Lotfi A., Jeremias A., Fearon W.F., Feldman M.D., Mehran R., Messenger J.C. et al. Expert consensus statement on the use of fractional flow reserve, intravascular ultrasound, and optical coherence tomography: a consensus statement of the Society of Cardiovascular Angiography and Interventions. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2014; 83 (4): 509–518. DOI: 10.1002/ccd.25222
- Sen S., Escaned J., Malik I.S., Mikhail G.W., Foale R.A., Davies J.E. Development and validation of a new adenosine independent index of stenosis severity from coronary wave – intensity analysis: results of the ADVISE (ADenosine Vasodilator Independent Stenosis Evaluation) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59 (15): 1392–1402. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.11.003
- Алекян Б.Г., Карапетян Н.Г., Мелешенко Н.Н., Ревизишвили 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
19. 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., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Kavteladze Z.A., Skrypnik D.V., Tarasov R.S. Endovascular diagnostics and treatment 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
20. Pijls N.H.J., Fearon W.F., Tonino P.A.L., Siebert U., Ikeno F., Bornschein B. et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 56 (3): 177–184. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.04.012
21. Eftekhari A., Holck E.N., Westra J., Olsen N.T., Bruun N.H., Jensen L.O. et al. Instantaneous wave free ratio vs. fractional flow reserve and 5-year mortality: iFR-SWEDEHEART and DEFINE FLAIR. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (41): 4376–4384. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad582
22. Dangas G.D., Farkouh M.E., Sleeper L.A., Yang M., Schoos M.M., Macaya C. et al. Long-term outcome of PCI versus CABG in insulin and non-insulin-treated diabetic patients: results from the FREEDOM trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 64 (12): 1189–1197. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.06.1182
23. Lee J.M., Choi K.H., Koo B.K., Dehbi H.M., Doh J.-H., Nam C.-W. et al. Comparison of major adverse cardiac events between instantaneous wave-free ratio and fractional flow reserve – guided strategy in patients with or without type 2 diabetes: a secondary analysis of a randomized clinical trial. *JAMA Cardiol.* 2019; 4 (9): 857–864. DOI: 10.1001/jamacardio.2019.2298
24. Castro-Mejía A.F.T.G.A., Núñez-Gil I.J. Diabetes mellitus and long-term safety of FFR and iFR-based coronary revascularization deferral. *REC Interv. Cardiol.* 2022; 4 (2): 99–106. DOI: 10.24875/RECICE.M21000255

© Коллектив авторов, 2024

УДК [616.12-008.46+616.98:578.828НIV]-073.756.8

Структурные изменения коронарных артерий у больных ишемической болезнью сердца, инфицированных вирусом иммунодефицита человека, по данным оптической когерентной томографии

Н.М. Эфендиева¹✉, О.П. Шевченко¹, А.В. Созыкин^{1,2}, Н.А. Новикова², А.О. Шевченко^{1,3}

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

² Научно-клинический центр № 2 ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов им. акад. В.И. Шумакова», Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ Эфендиева Нурият Мурадовна, аспирант; orcid.org/0009-0005-9677-985X, e-mail: efendieva.n@list.ru

Шевченко Олег Петрович, д-р мед. наук, профессор; orcid.org/0000-0001-6661-146X

Созыкин Алексей Викторович, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-2570-5758

Новикова Наталья Александровна, канд. мед. наук, кардиолог; orcid.org/0000-0002-3639-270X

Шевченко Алексей Олегович, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением кардиологии; orcid.org/0000-0003-4719-9486

Резюме

Цель исследования – с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) определить роль инфицирования вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ) в формировании структурных изменений коронарных артерий у больных ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материал и методы. В исследование включены 146 пациентов с ИБС, из которых 42 были с ВИЧ-инфекцией. Всем пациентам проводилась диагностическая коронароангиография в сочетании с оптической когерентной томографией.

Результаты. При оценке ОКТ-изображений коронарных сосудов у пациентов более молодой группы (до 55 лет) было отмечено, что в группе с ВИЧ-инфекцией атеросклеротические бляшки встречаются в 1,4 раза реже, но при этом достоверно чаще выявлялась концентрическая гиперплазия интимы. Сравнительная оценка степени кальцинированности бляшек в группах с ВИЧ-инфекцией и без таковой показала, что у пациентов с ВИЧ-инфекцией старше 55 лет бляшки более кальцинированы, при этом в группе более молодых пациентов статистически значимого различия не отмечено. В группе более молодых (до 55 лет) пациентов с ВИЧ-инфекцией толщина фиброзной покрышки достоверно меньше, чем в группе пациентов без ВИЧ-инфекции того же возраста.

Заключение. Данное исследование продемонстрировало, что у пациентов более молодого возраста инфицирование ВИЧ вносит существенный вклад в раннее развитие сердечно-сосудистых заболеваний (концентрическая гиперплазия интимы, истончение фиброзной покрышки, более выраженная инфильтрация макрофагами бляшки), однако у ВИЧ-инфицированных пациентов более старшего возраста такая связь менее заметна.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография, вирус иммунодефицита человека, гиперплазия интимы

Для цитирования: Эфендиева Н.М., Шевченко О.П., Созыкин А.В., Новикова Н.А., Шевченко А.О. Структурные изменения коронарных артерий у больных ишемической болезнью сердца, инфицированных вирусом иммунодефицита человека, по данным оптической когерентной томографии. *Эндovasкулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 435–444. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-435-444

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.10.2024
Принята к печати 09.11.2024

An optical coherence tomography structural features of coronary arteries among HIV-positive ischaemic heart disease patients

N.M. Efendieva¹✉, O.P. Shevchenko¹, A.V. Sozykin^{1,2}, N.A. Novikova², A.O. Shevchenko^{1,3}

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

² B.V. Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

³ V.I. Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

✉ Nuriyat M. Efendieva, Postgraduate; orcid.org/0009-0005-9677-985X, e-mail: efendieva.n@list.ru

Oleg P. Shevchenko, Dr. Med. Sci., Professor; orcid.org/0000-0001-6661-146X

Aleksey V. Sozykin, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0002-2570-5758

Natalya A. Novikova, Cand. Med. Sci., Cardiologist; orcid.org/0000-0002-3639-270X

Aleksey O. Shevchenko, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Cardiology Department; orcid.org/0000-0003-4719-9486

Abstract

Objective. To determine the role of human immunodeficiency virus (HIV) infection in the formation of structural changes in the coronary arteries in patients with ischemic heart disease using optical coherence tomography (OCT).

Material and methods. The study included 146 patients with coronary artery disease, of which 42 were HIV-infected. All patients underwent diagnostic coronary angiography combined with optical coherence tomography.

Results. When assessing OCT images of coronary vessels in younger patients (under 55 years old), it was noted that in the group with HIV infection, atherosclerotic plaques were found 1.4 times less often, but concentric intimal hyperplasia was significantly more frequently identified. A comparative assessment of plaque calcification levels in the groups with and without HIV infection showed that in HIV-infected patients over 55 years old, atherosclerotic plaques were more calcified, whereas no statistically significant difference was noted in the younger patient group. In the younger (under 55 years old) HIV-infected patients, the thickness of the fibrous cap was significantly less than that in the HIV-negative patients of the same age.

Conclusion. This study demonstrated that in younger patients, HIV infection significantly contributes to the early development of cardiovascular diseases (concentric intimal hyperplasia, thinning of the fibrous cap, and more pronounced macrophage infiltration of plaques). However, in older HIV-infected patients, this association is less evident.

Keywords: optical coherence tomography, human immunodeficiency virus, intimal hyperplasia

For citation. Efendieva N.M., Shevchenko O.P., Sozykin A.V., Novikova N.A., Shevchenko A.O. An optical coherence tomography structural features of coronary arteries among HIV-positive ischaemic heart disease patients. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 435–444. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-435-444

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

Received October 6, 2024
Accepted November 9, 2024

Введение

За последние годы благодаря применению современной медикаментозной терапии существенно снизилась смертность от состояний, связанных с инфицированием вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). В то же время отмечено увеличение смертности у этих больных от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), в связи с чем некоторыми авторами ВИЧ-инфекция стала рассматриваться как независимый самостоятельный фактор риска ССЗ [1, 2].

Показано, что у лиц с положительным ВИЧ-статусом ССЗ развиваются в среднем

на 10 лет раньше, чем в общей популяции; острый инфаркт миокарда среди ВИЧ-инфицированных, по данным метаанализов, в среднем случается в 2 раза чаще, чем у лиц без ВИЧ-инфекции [3].

Причины, приводящие к увеличению смертности от ССЗ у ВИЧ-инфицированных, до конца не изучены. Среди ведущих факторов риска атеросклероза у пациентов с ВИЧ выделяют хронический воспалительный процесс в сосудистой стенке, влияние антиретровирусной терапии, коинфекцию цитомегаловирусом или герпес-вирусами, а также дисфункцию эндотелия. Результаты исследований последних лет, посвященных этой про-

блеме, основаны на применении неинвазивных методов визуализации (компьютерно-томографическая (КТ) ангиография, ультразвуковая доплерография сонных артерий) и позволяют лишь косвенно оценить особенности и степень атеросклеротического поражения сосудов при ВИЧ-инфекции.

Оптическая когерентная томография (ОКТ) представляет собой высокоинформативный метод изучения структурных изменений коронарных артерий, в основе которого лежит принцип регистрации отраженного от внутренних структур сосудистой стенки пучка света в инфракрасном диапазоне. В настоящее время ОКТ – единственный метод внутрисосудистого исследования, который позволяет оценить структуру интимы сосуда, строение атеросклеротической бляшки, при этом получаемые результаты сопоставимы с данными гистологического исследования соответствующей ткани [4].

Цель нашего исследования – на основании данных ОКТ определить роль ВИЧ-инфекции в формировании структурных изменений коронарных артерий у больных ИБС.

Материал и методы

Под наблюдением находились 146 больных ИБС, из которых 42 были ВИЧ-инфицированными. Средний возраст исследуемых составил 56 ± 9 лет. Все пациенты с ВИЧ-инфекцией принимали антиретровирусную терапию (АРТ) с момента постановки диагноза, согласно современным рекомендациям по лечению ВИЧ-инфекции. Минимальная продолжительность АРТ составляла 1,5 года, максимальная – 18 лет (медиана – 7 лет). Все больные ИБС, в том числе ВИЧ-инфицированные пациенты, на момент включения в исследование принимали антиангинальную, гипотензивную, липидснижающую терапию.

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Критерии включения пациентов в исследование: наличие ИБС, концентрация РНК ВИЧ в сыворотке менее 50 копий/мл, уровень $CD4^+$ -лимфоцитов ≥ 500 клеток/мкл. Пациенты с ВИЧ-инфекцией и установленным

диагнозом ИБС были госпитализированы в Научно-клинический центр № 2 РНЦХ им. Б.В. Петровского для обследования и решения вопроса о необходимости проведения реваскуляризации. Всем исследуемым выполнялась ОКТ на аппарате ILUMIEN™ PCI (St. Jude Medical, США).

В исследование не включались пациенты с тяжелой печеночной недостаточностью, наличием аллергических реакций на йодсодержащие препараты, онкологическими заболеваниями.

Результаты анализировали при помощи программного обеспечения Microsoft Office Excel с использованием дополнительных программ для научно-технических расчетов IBM SPSS STATISTICS7 (IBM SPSS Inc., США). Для выявления качественных и количественных порядковых признаков использовался коэффициент корреляции рангов Спирмена. Для всех критериев критический уровень значимости принимался равным 5%, то есть нулевая гипотеза отвергалась при $p < 0,05$.

Результаты

В таблице 1 представлены клинические характеристики групп обследованных пациентов, инфицированных (ВИЧ+) и неинфицированных (ВИЧ-) вирусом иммунодефицита человека.

В группу пациентов с ВИЧ-инфекцией и ИБС были включены 42 больных в возрасте от 36 до 73 лет (медиана возраста $51,5 \pm 9,3$ года). Группу сравнения составили 104 больных ИБС в возрасте от 44 до 76 лет (медиана возраста $55 \pm 9,1$ года).

Гипертоническая болезнь была у 45,2 и 54,8% пациентов, сахарный диабет – у 23,8 и 25,9%, дислипидемия – у 37 и 39% соответственно.

Традиционные факторы риска ССЗ (гипертоническая болезнь, СД, ожирение, дислипидемия) были более распространены среди пациентов старшего возраста. С целью уменьшения влияния возраста как одного из основных факторов сердечно-сосудистого риска пациенты с ИБС, включенные в исследование, были разделены на четыре подгруппы в зависимости от возраста и наличия ВИЧ-инфекции: 1-я подгруппа – пациенты с ВИЧ-инфекцией моложе 55 лет ($n=27$), 2-я подгруппа – пациенты без ВИЧ-инфекции моложе 55 лет ($n=51$), 3-я подгруппа – пациенты 55 лет

Таблица 1

Характеристика пациентов, включенных в исследование

Параметр	ВИЧ+ (n=42)	ВИЧ- (n=104)	P
Возраст, Ме±SD, лет	51,5±9,3	55±9,1	0,072
Пол, мужской, n (%)	23 (54,8)	54 (51,9)	0,677
СД, n (%)	10 (23,8)	27 (25,9)	0,787
ГБ, n (%)	19 (45,2)	57 (54,8)	0,638
Курение, n (%)	13 (30,9)	31 (29,8)	0,079
ИМТ > 30 кг/м ² , n (%)	9 (21,4)	30 (28,8)	0,537
ПИКС, n (%)	1 (2,4)	4 (3,8)	1,0
ЧКВ в анамнезе, n (%)	0	0	–
ХС общий, М±SD, ммоль/л	5,8±1,13	5,7±1,07	0,731
ХС не-ЛПВП, М±SD, ммоль/л	3,89±0,76	3,57±0,89	0,075

Примечание. СД – сахарный диабет; ГБ – гипертоническая болезнь; ИМТ – индекс массы тела; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; ХС – холестерин; ХС не-ЛПВП – холестерин не-липопротеидов высокой плотности.

и старше с ВИЧ-инфекцией (n=15), 4-я подгруппа – пациенты без ВИЧ 55 лет и старше (n=53).

Характеристика пациентов после разделения на подгруппы представлена в таблице 2.

Подгруппы пациентов, инфицированных и неинфицированных ВИЧ, как моложе 55 лет,

так и 55 лет и старше были сопоставимы по полу, возрасту, индексу массы тела, уровню липидов крови.

Такие факторы сердечно-сосудистого риска, как курение, гипертоническая болезнь, дислипидемия, ожирение, встречались реже в группе более молодых пациентов и были сопоста-

Таблица 2

Характеристика подгрупп пациентов, включенных в исследование

Параметр	Пациенты моложе 55 лет		Пациенты 55 лет и старше		P
	1-я подгруппа, ВИЧ+ (n=27)	2-я подгруппа, ВИЧ- (n=51)	3-я подгруппа, ВИЧ+ (n=15)	4-я подгруппа, ВИЧ- (n=53)	
Возраст, Ме±SD, лет	49±4,9	49±2,7	63±5,2	64±6,4	p1, 2 = 0,459 p3, 4 = 0,853
Пол, мужской, n (%)	15 (55,5)	26 (51,0)	7 (46,7)	28 (52,8)	p1, 2 = 0,538 p3, 4 = 1,0
СД, n (%)	6 (22,2)	11 (21,6)	4 (26,7)	16 (30,2)	p1, 2 = 0,947 p3, 4 = 0,792
ГБ, n (%)	11 (40,7)	22 (43,1)	8 (53,3)	35 (66,0)	p1, 2 = 0,838 p3, 4 = 0,526
Курение, n (%)	8 (29,6)	16 (31,4)	5 (33,3)	15 (28,3)	p1, 2 = 0,137 p3, 4 = 0,382
ИМТ > 30 кг/м ² , n (%)	4 (14,8)	10 (19,6)	5 (33,3)	20 (37,7)	p1, 2 = 0,760 p3, 4 = 0,537
ПИКС, n (%)	0	0	1 (6,7)	4 (7,5)	p3, 4 = 1,0
ХС общий, М±SD, ммоль/л	5,5±1,02	5,66±0,77	6,15±1,05	5,9±1,37	p1, 2 = 0,455 p3, 4 = 0,441
ХС не-ЛПВП, М±SD, ммоль/л	3,52±0,81	3,79±0,59	3,65±0,89	3,98±0,91	p1, 2 = 0,055 p3, 4 = 0,216
Длительность приема АРТ, Ме±SD, лет	6,5±4	0	9±3	0	–

Таблица 3

Сравнительная характеристика структурных изменений коронарных артерий по данным оптической когерентной томографии у пациентов четырех подгрупп

Параметр	Пациенты моложе 55 лет		Пациенты 55 лет и старше		P
	1-я подгруппа, ВИЧ+ (n=27)	2-я подгруппа, ВИЧ- (n=51)	3-я подгруппа, ВИЧ+ (n=15)	4-я подгруппа, ВИЧ- (n=53)	
Толщина интимы, M±SD, мм	0,36±0,14	0,27±0,1	0,49±0,14	0,44±0,15	p1, 2 = 0,014 p3, 4 = 0,129
Нарушение трехслойной структуры, % (n)	66,7 (18)	39,2 (20)	53,3 (8)	66 (35)	p1, 2 = 0,021 p3, 4 = 0,358
Толщина ФП, M±SD, мкм	78±11*	86±15	78±13	84±15	p1, 2 = 0,01 p3, 4 = 0,154
Неоангиогенез, % (n)	22,7 (5)*	25,5 (13)	60,0 (9)	58,5 (31)	p1, 2 = 0,802 p3, 4 = 1,0
Инфильтрация макрофагами, % (n)	54,5 (12)*	29,4 (15)	60,0 (9)	43,4 (23)	p1, 2 = 0,033 p3, 4 = 0,380
Кальций, количество занимаемых квадрантов, %					
0	38	16	0	0	p1, 2 = 0,137 p3, 4 = 0,03
1	38	41	53	28	
2	19	39	40	42	
3	5	4	7	24	
4	0	0	0	6	
Кристаллы холестерина, % (n)	50,0 (11)*	50,9 (26)	53,3 (8)	52,8 (28)	p1, 2 = 0,939 p3, 4 = 1,0

Примечание. ФП – фиброзная покрышка атеросклеротической бляшки (АСБ).

* В подгруппе 1 (ВИЧ+ до 55 лет) при оценке показателей бляшки включались только те пациенты, у которых были обнаружены АСБ (22 пациента).

вимы по частоте встречаемости у пациентов с положительным ВИЧ-статусом и без него.

Результаты ОКТ-исследования, отражающие структурные характеристики коронарных артерий у включенных в исследование пациентов, представлены в таблице 3.

Толщина интимы

При оценке ОКТ-изображений коронарных сосудов у пациентов до 55 лет было отмечено, что в подгруппе с ВИЧ-инфекцией атеросклеротические бляшки встречаются в 1,4 раза

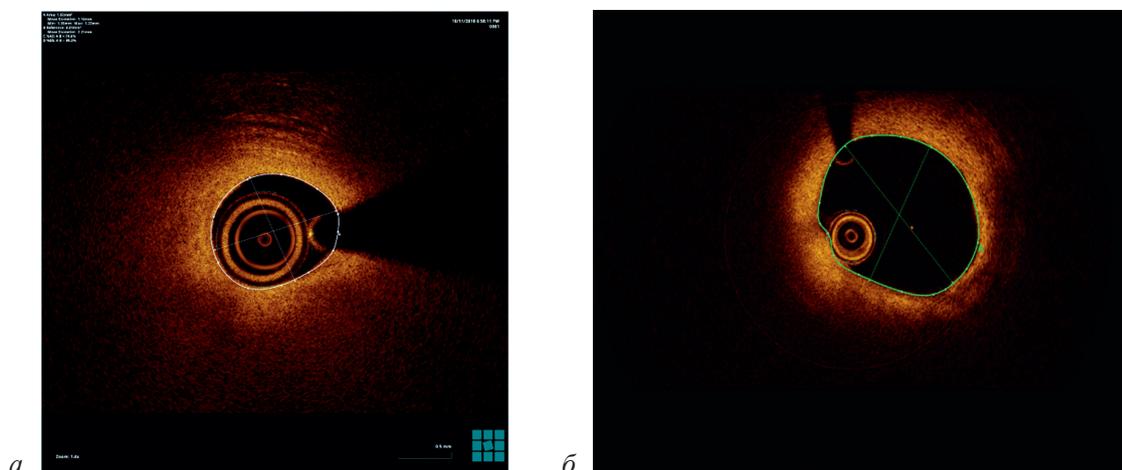


Рис. 1. Изображение диффузного концентрического утолщения интимы коронарной артерии по данным ОКТ: а – у ВИЧ-инфицированного пациента старше 55 лет; б – у ВИЧ-инфицированного пациента моложе 55 лет

реже (1,7 и 1,19% соответственно), но при этом достоверно чаще выявлялась концентрическая гиперплазия интимы (рис. 1).

В подгруппе пациентов с ВИЧ-инфекцией более молодого возраста средняя толщина интимы была больше, чем у пациентов того же возраста без ВИЧ-инфекции, и составляла, по данным ОКТ, $0,36 \pm 0,14$ и $0,27 \pm 0,1$ мм соответственно ($p=0,014$).

При сравнении толщины интимы у пациентов старшего возраста (55 лет и старше) достоверных различий не выявлено ($0,49 \pm 0,14$ и $0,44 \pm 0,15$ мм соответственно; $p=0,129$).

Корреляционный анализ толщины интимы, определяемой по данным ОКТ у пациентов с ВИЧ-инфекцией, показал наличие связи между длительностью приема АРТ и степенью утолщения интимы ($r=0,714$, $p<0,001$). График регрессионной функции представлен на рисунке 2.

Статистически достоверной связи между толщиной интимы и возрастом не выявлено (рис. 3). При оценке корреляции длительности приема АРТ и количества АСБ значимой связи также не обнаружено ($p=0,214$).

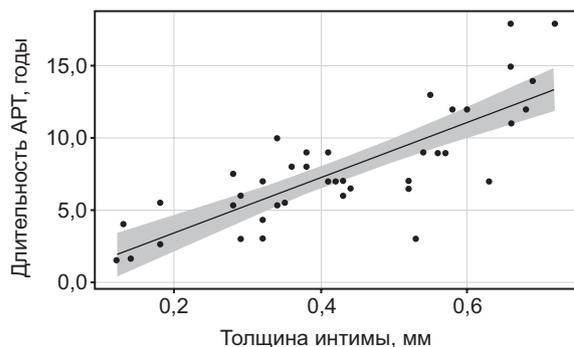


Рис. 2. График регрессионной функции, характеризующий зависимость толщины интимы от длительности АРТ

Сохранность послойной структуры сосудистой стенки

При оценке дифференцировки послойного строения сосудистой стенки было отмечено, что в подгруппе ВИЧ-инфицированных пациентов до 55 лет участки сосудистой стенки с нарушенным послойным строением обнаруживались в 1,7 раза чаще (66,7 и 39,2% соответственно, $p=0,021$, ОШ 0,323; 95% ДИ 0,121–0,858), чем в подгруппе пациентов с отрицательным ВИЧ-статусом (рис. 4, а). При сравнении подгрупп старшего возраста зависимости между ВИЧ-статусом и сохранностью трехслойного строения сосудистой стенки выявить не удалось (53,3 и 66% соответственно, $p=0,375$, ОШ 0,530; 95% ДИ 0,167–1,686). Также можно заметить, что у пациентов более старшего возраста нарушение трехслойного строения встречается чаще (63 и 48% соответственно). Вероятно, возраст сам по себе вносит существенный вклад в выявленные изменения.

ОКТ-изображения участков с сохраненной и нарушенной дифференцировкой послойно-

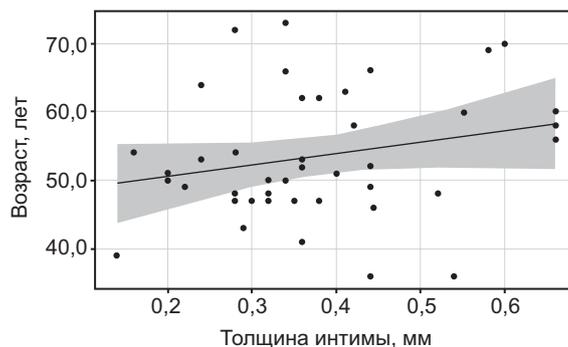


Рис. 3. График регрессионной функции, характеризующий зависимость толщины интимы от возраста

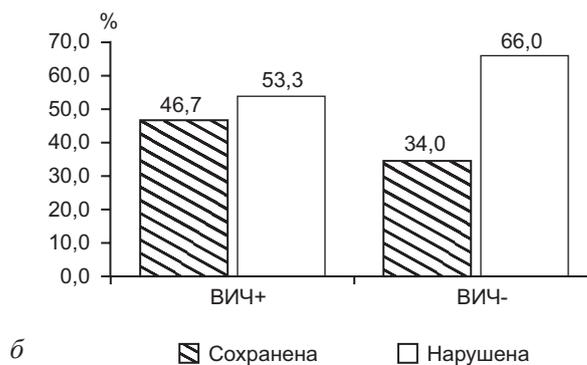
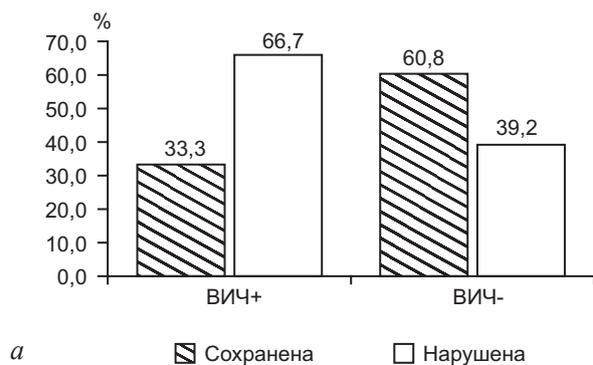


Рис. 4. Сравнение сохранности трехслойного строения сосудистой стенки в зависимости от ВИЧ-статуса у пациентов моложе 55 лет (а) и 55 лет и старше (б)

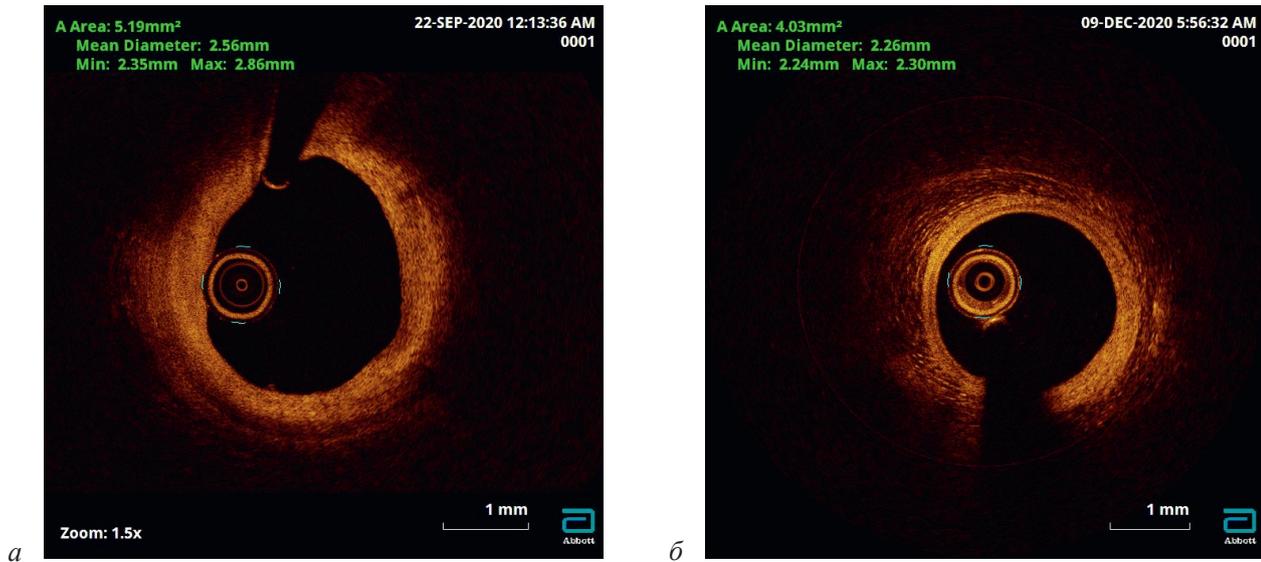


Рис. 5. ОКТ участков коронарной артерии:

а – с нарушением трехслойной структуры (размыта граница между интимой и медиа); *б* – с сохраненной послойной структурой: хорошо различимы интима, медиа, адвентиция

го строения сосудистой стенки представлены на рисунке 5.

Толщина фиброзной покрышки атеросклеротических бляшек коронарных артерий

В группе более молодых пациентов с ВИЧ-инфекцией толщина фиброзной покрышки в среднем составляла 78 ± 11 мкм, в то время как у пациентов без ВИЧ-инфекции той же возрастной группы она была достоверно больше и составляла 86 ± 15 мкм ($p=0,01$). При сравнении ВИЧ-инфицированных и неинфицированных пациентов старшего возраста такое различие было недостоверным (78 ± 13 и 84 ± 15 мкм соответственно; $p=0,154$).

Неоангиогенез

Микрососуды при ОКТ-исследовании отображены в виде маленьких черных точек диаметром 50–300 мкм, определяемых не менее чем в трех последовательных изображениях. Частота встречаемости неоангиогенеза при сравнении групп не показала статистически значимых отличий (22,7% vs 25,5%, $p=0,802$ и 58,5% vs 60,0%, $p=1,0$ соответственно).

Инфильтрация макрофагами

При оценке корреляции ВИЧ-инфекции и степени инфильтрации макрофагами в обеих возрастных группах была отмечена тенденция к большей встречаемости скоплений макрофа-

гов у ВИЧ-инфицированных, однако статистически значимая связь выявлена в группах до 55 лет (54,5% у ВИЧ+ и 29,4% у ВИЧ-, $p=0,033$).

Кальцификация интимы коронарных артерий

При сравнении степени кальцинированности бляшек в группах с ВИЧ-инфекцией и без таковой отмечено, что у пациентов с ВИЧ+ 55 лет и старше наиболее часто кристаллы кальция занимают 1, 2, реже 3 условных квадранта, при том что у пациентов без ВИЧ-инфекции того же возраста отложения кальция чаще занимали 2 квадранта, реже – 1, 3 и 4 (рис. 6). При сравнении степени кальцинированности АСБ в более молодой группе па-

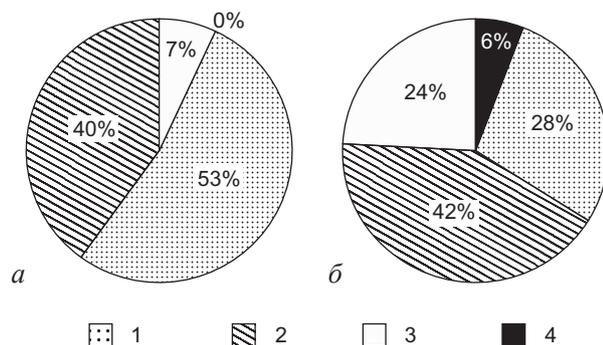


Рис. 6. Сравнение степени кальцинированности (количества квадрантов с кристаллами кальция) в подгруппах пациентов 55 лет и старше ($p=0,03$):

а – ВИЧ+ ($n=15$); *б* – ВИЧ- ($n=53$)

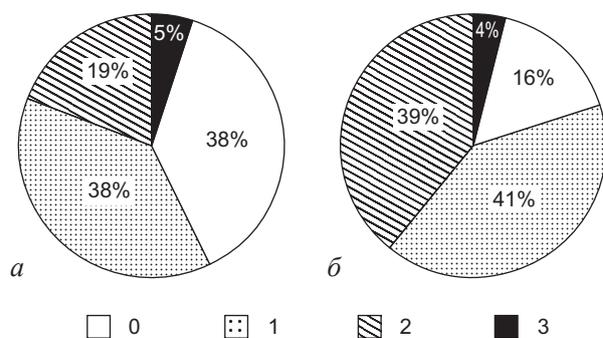


Рис. 7. Сравнение степени кальцинированности (количества квадрантов с кристаллами кальция) в подгруппах пациентов до 55 лет ($p = 0,137$):

a – ВИЧ+ ($n = 27$); *б* – ВИЧ- ($n = 51$)

циентов эти различия не являются достоверно значимыми (рис. 7). Корреляционный анализ показал, что у пациентов с ВИЧ-инфекцией до 55 лет кристаллы в большинстве случаев занимают не более 1 квадранта, а у пациентов с отрицательным ВИЧ-статусом – 1–2 условных квадранта ($p = 0,137$).

Инфильтрация кристаллами холестерина

Кристаллы холестерина представлены на ОКТ как линейные структуры высокой интенсивности сигнала. Как видно из таблицы 3, различий в инфильтрации кристаллами холестерина в сравниваемых группах не обнаружено ($p_1, 2 = 0,939$, $p_3, 4 = 1,0$).

Обсуждение

ВИЧ-инфекция является независимым фактором риска атеросклероза. Однако точные механизмы, объясняющие поражение коронарных артерий и более частое развитие сердечно-сосудистых событий в этой группе пациентов, до сих пор не освещены. Исследования, изучающие особенности атеросклеротических изменений при ВИЧ, по настоящее время ограничиваются лишь применением ультразвуковой доплерографии сонных артерий и оценкой влияния длительности ВИЧ и антиретровирусной терапии на толщину интимы сонных артерий. Метод ОКТ позволяет более детально рассмотреть особенности изменений в коронарных артериях.

При ОКТ-исследовании толщина интимы в нормальном коронарном сосуде обычно составляет 5–10 мкм и представлена ярким сигналом внутренней эластической мембраны. В ряде исследований было показано, что тол-

щина интимы сонных артерий, измеряемая с помощью дуплексного сканирования и КТ-ангиографии, достоверно больше у ВИЧ-инфицированных, чем у неинфицированных ВИЧ [5]. Аналогичные результаты получены и в нашем исследовании, однако также была отмечена связь между длительностью приема АРТ и степенью утолщения интимы. Кроме того, при сравнении подгрупп пациентов до 55 лет с ВИЧ-инфекцией и без нее установлено, что у пациентов с ВИЧ+ атеросклеротические бляшки встречаются реже, но при этом имеет место концентрическая гиперплазия интимы, которая, вероятно, и обуславливает клиническую картину ИБС у пациентов с ВИЧ.

Изолированная концентрическая гиперплазия интимы – одно из распространенных осложнений, которое развивается в течение 3–5 лет после трансплантации сердца и ограничивает выживаемость трансплантата. В литературных источниках такие изменения описаны как болезнь коронарных артерий пересаженного сердца [6]. Причиной подобных изменений сосудов после пересадки сердца считают развитие иммунных нарушений (выработка аллореактивными Т-клетками провоспалительных цитокинов (интерлейкинов 2, 4, 5 и 6, ФНО- α), инфекционных осложнений (цитомегаловирусная инфекция), а также побочные эффекты иммуносупрессивной терапии [7, 8]. Некоторые из указанных механизмов сходны с таковыми и при инфицировании ВИЧ.

Инфильтрация кальцинатами отражает выраженность атеросклеротического процесса. В нескольких исследованиях было показано, что у пациентов с ВИЧ-инфекцией бляшки менее кальцинированы и более склонны к разрыву. На ОКТ кальций визуализируется как область с низким сигналом и четкими границами. Кальциевые отложения могут быть обнаружены на ОКТ с высокой чувствительностью (96%) и специфичностью (97%) [9].

Макрофаги, наполненные холестерином, обнаруживаются как на ранней стадии атеросклероза, так и позднее в бляшках, богатых липидами. Высокая плотность макрофагов коррелирует с высоким риском разрыва бляшки и ассоциирована с острыми коронарными событиями.

Одним из ключевых элементов в патогенезе атеросклероза является развитие воспалительной реакции, которая поддерживается

миграцией активированных макрофагов. Высвобождение матриксных металлопротеиназ, расщепляющих коллаген, из макрофагов – одна из причин истончения покрышки [10]. Выявление макрофагов на ОКТ может свидетельствовать об уязвимости покрышки. На ОКТ скопления макрофагов определяются как линейные области высокой интенсивности на поверхности бляшки с высокой степенью затухания сигнала [11].

В нормальной артериальной стенке на ОКТ-изображениях хорошо различимы три слоя – интима, медиа, адвентиция. При оценке ОКТ-изображений ВИЧ-инфицированных пациентов нами было отмечено, что у многих из них, независимо от степени утолщения интимы, отмечается нарушение трехслойной структуры (пример представлен на рисунке 5). В настоящем исследовании описана связь подобных изменений с возрастом и ВИЧ-статусом.

Согласно данным многочисленных исследований, инфильтрация кристаллами холестерина – важный прогностический фактор острых коронарных событий [12, 13]. Наличие неангиогенеза (*vasa vasorum*) при ОКТ-исследовании может указывать на уязвимость атеросклеротической бляшки [14, 15].

Заключение

В настоящем исследовании установлено, что у пациентов более молодого возраста инфицирование ВИЧ вносит существенный вклад в раннее развитие ССЗ (концентрическая гиперплазия интимы, истончение фиброзной покрышки, более выраженная инфильтрация макрофагами бляшки), однако у ВИЧ-инфицированных пациентов более старшего возраста такая связь менее заметна. Выявленные изменения связаны с риском развития сердечно-сосудистых событий. Также была отмечена корреляция между длительностью приема АРТ / ВИЧ-статуса и толщиной интимы. Вероятно, не последнюю роль в развитии атеросклеротических изменений играет токсическое действие противовирусной терапии или персистенция ВИЧ в крови.

Литература/References

1. Mondal P., Aljizeeri A., Small G., Malhotra S., Harikrishnan P., Affandi J.S. et al. Coronary artery disease in patients with human immunodeficiency virus infection. *J. Nucl. Cardiol.* 2021; 28 (2): 510–530.

2. Шеховцова Т.А., Дупляков Д.В. ВИЧ-инфекция и патология сердечно-сосудистой системы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023; 22 (3): 3370. DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3370
Shekhovtsova T.A., Duplyakov D.V. HIV infection and cardiovascular pathology. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2023; 22 (3): 3370 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3370
3. Rao Sh.G., Galaviz K.I., Gay H.C., Wei J., Armstrong W.S., del Rio C. et al. Factors associated with excess myocardial infarction risk in HIV-infected adults: a systematic review and meta-analysis. *J. Acquir. Immune Defic. Syndr.* 2019; 81 (2): 224–230. DOI: 10.1097/QAI.0000000000001996
4. Созыкин А.В., Никитин А.Э., Шлыков А.В., Новикова Н.А., Кузьмина И.В., Эртман В.Г. и др. Поражение ствола левой коронарной артерии при стабильной ишемической болезни сердца: возможности оптической когерентной томографии в выборе врачебной тактики и оптимизации интервенционного лечения. *Эндоваскулярная хирургия.* 2018; 5 (4): 402–409. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-4-402-409
Sozykin A.V., Nikitin A.E., Shlykov A.V., Novikova N.A., Kuz'mina I.V., Ertman V.G. et al. Left main coronary artery disease: opportunities of optical coherence tomography in the choice of treatment strategy and optimization of percutaneous coronary interventions. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2018; 5 (4): 402–409 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-4-402-409
5. Msoka T.F., Van Guilder G.P., van Furth M., Smulders Y., Meek S.J., Bartlett J.A. et al. The effect of HIV infection, antiretroviral therapy on carotid intima-media thickness: a systematic review and meta-analysis. *Life Sci.* 2019; 235. DOI: 10.1016/j.lfs.2019.116851
6. Саховский С.А., Колоскова Н.Н., Гончарова А.Ю., Миронков Б.Л. Внутрисосудистые методы визуализации в оценке васкулопатии трансплантированного сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2019; 21 (1): 165–168. DOI: 10.15825/1995-1191-2019-1-165-168
Sakhovsky S.A., Koloskova N.N., Goncharova A.Yu., Mironkov B.L. Intravascular visualization methods in estimating vasculopathy of a transplanted heart. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs.* 2019; 21 (1): 165–168 (in Russ.). DOI: 10.15825/1995-1191-2019-1-165-168
7. Колесников А.Ю., Арнт А.А., Кочергин Н.А. Возможности внутрисосудистых методов визуализации в диагностике васкулопатии трансплантированного сердца. Обзор литературы. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2024; 26 (1): 97–102. DOI: 10.15825/1995-1191-2024-1-97-102
Kolesnikov A.Yu., Arnt A.A., Kochergin N.A. Capabilities of intravascular imaging techniques in the diagnosis of cardiac allograft vasculopathy: literature review. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs.* 2024; 26 (1): 97–102 (in Russ.). DOI: 10.15825/1995-1191-2024-1-97-102
8. Воронина Т.С., Раскин В.В., Фролова Ю.В., Дземешкевич С.Л. Болезнь коронарных артерий пересаженного сердца и системный атеросклероз – сходст-

- ва и различия. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2014; 3: 16–20.
- Voronina T.S., Raskin V.V., Frolova Yu.V., Dzemeshkevich S.L. Cardiac allograft vasculopathy and system atherosclerosis – similarities and differences. *Journal of Atherosclerosis and Dislipidemias*. 2014; 3: 16–20 (in Russ.).
9. Yabushita H., Bouma B.E., Houser S.L., Aretz H.T., Jang I.K., Schlendorf K.H. et al. Characterization of human atherosclerosis by optical coherence tomography. *Circulation*. 2002; 106 (13): 1640–1645. DOI: 10.1161/01.cir.0000029927.92825.f6
10. Шевченко О.П., Слесарева Ю.С., Шевченко А.О. Роль PAPP-A в развитии повреждения атеросклеротической бляшки у больных ишемической болезнью сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2011; 2: 65–71. Shevchenko O.P., Slesareva Yu.S., Shevchenko A.O. PAPP-A and atherosclerotic plaque injury in patients with coronary heart disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2011; 2: 65–71 (in Russ.).
11. Uemura Sh., Ishigami K., Soeda T., Okayama S., Sung J.H., Nakagawa H. et al. Thin-cap fibroatheroma and microchannel findings in optical coherence tomography correlate with subsequent progression of coronary atheromatous plaques. *Eur. Heart J*. 2012; 33 (1): 78–85. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr284
12. Fujiyoshi K., Minami Y., Ishida K., Kato A., Katsura A., Muramatsu Yu. Incidence, factors, and clinical significance of cholesterol crystals in coronary plaque: an optical coherence tomography study. *Atherosclerosis*. 2019; 283: 79–84.
13. Naito R., Miyauchi K., Konishi H., Tsuboi Sh., Ogita M., Dohi T. Association between cholesterol crystals and culprit lesion vulnerability in patients with acute coronary syndrome: an optical coherence tomography study. *Atherosclerosis*. 2016; 247: 105–110.
14. Kitabata H., Tanaka A., Kubo T., Takarada Sh., Kashiwagi M., Tsujioka H. et al. Relation of microchannel structure identified by optical coherence tomography to plaque vulnerability in patients with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol*. 2010; 105 (12): 1673–1678. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.01.346
15. Kume T., Okura H., Fukuhara K., Koyama T., Nezuo Sh., Hayashida A. et al. Detection of plaque neovascularization by optical coherence tomography: ex-vivo feasibility study and in-vivo observation in patients with angina pectoris. *Circulation*. 2012; 126: A16361.

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.136-007.64-089.819.5

Анализ изменения объема и диаметра инфраренального сегмента аорты у пациентов после эндопротезирования брюшной аорты

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

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

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

[✉] **Кур-ипа Киазим Асланович**, аспирант; orcid.org/0000-0002-2395-5999, e-mail: kuripo90@gmail.com

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

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

Саакян Юрий Мамиконович, д-р мед. наук, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4497-1832

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

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

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

Карук Марина Валентиновна, аспирант; orcid.org/0000-0002-2292-6758

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

Резюме

Цель исследования – анализ изменений объема инфраренального сегмента аорты у пациентов без значимого изменения диаметра аневризмы брюшной аорты после эндоваскулярного лечения.

Материал и методы. В ретроспективное исследование были включены 38 пациентов после эндопротезирования брюшной аорты, у которых, по данным контрольной мультиспиральной компьютерной томографии с контрастированием, изменение максимального диаметра инфраренального сегмента аорты составляло менее 5 мм. У всех пациентов проводился расчет его объема по данным пред- и послеоперационной компьютерной томографии для дополнительной оценки динамики изменения инфраренального сегмента аорты.

Результаты. Из 38 прооперированных пациентов у 23 (60,5%) было отмечено изменение объема более чем на 10%, у 4 (17,4%) из них выявлено эндоподтекание. При отсутствии изменения диаметра выявлено статистически значимое изменение объема ($p = 0,013$). Объем инфраренального сегмента аорты до и после операции составил 154,8 (121,7–205,3) и 162,9 (123,6–227,0) мл соответственно.

Заключение. Измерение объема аневризматического мешка представляет собой важный критерий оценки послеоперационной динамики инфраренального сегмента аорты у пациентов, у которых сохраняется стабильный диаметр после эндоваскулярного лечения аневризмы.

Ключевые слова: аневризма брюшной аорты, эндопротезирование брюшной аорты, диаметр аневризмы, объем аневризматического мешка

Для цитирования: Поляков Р.С., Кур-ипа К.А., Чаргазия Ш.Г., Пурецкий М.В., Саакян Ю.М., Марданян Г.В., Пиркова А.А., Сафонова В.М., Карук М.В., Абугов С.А. Анализ изменения объема и диаметра инфраренального сегмента аорты у пациентов после эндопротезирования брюшной аорты. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 445–451. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-445-451

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.09.2024
Принята к печати 06.11.2024

Analysis of changes in the volume and diameter of the infrarenal aortic segment in patients after abdominal aortic endoprosthesis

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

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

Roman S. Polyakov, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-9323-4003
✉ **Kiazim A. Kur-ipa**, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2395-5999, e-mail: kuripo90@gmail.com
Shota G. Chargaziya, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-8598-2933
Mikhail V. Puretskiy, Dr. Med. Sci., Chief Researcher; orcid.org/0000-0003-4988-4102
Yuriy M. Saakyan, Dr. Med. Sci., Chief Researcher; orcid.org/0000-0002-4497-1832
Gayk V. Mardanyan, Dr. Med. Sci., Leading Researcher; orcid.org/0000-0002-7442-520X
Aleksandra A. Pirkova, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-5101-1004
Vera M. Safonova, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4631-2408
Marina V. Karuk, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-2292-6758
Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Head of Endovascular Surgery Department; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Abstract

Objective. To analyze changes in the volume of the infrarenal segment of the aorta in patients with no significant change in the diameter of the abdominal aortic aneurysm after endovascular treatment.

Material and methods. The retrospective study included 38 patients who underwent endovascular repair of the abdominal aorta, with control multi-slice computed angiography showing change in the maximum diameter of the infrarenal segment of the aorta less than 5 mm. All patients underwent volume calculations based on pre- and post-operative computed tomography for additional assessment of changes in the infrarenal segment of the aorta.

Results. Among the 38 operated patients, 23 (60.5%) showed a volume change of more than 10%, and 4 (17.4%) were found to have endoleaks. Despite no change in diameter, a statistically significant change in volume was noted ($p = 0.013$). The volume of the infrarenal segment of the aorta before and after the operation was 154.8 (121.7–205.3) ml and 162.9 (123.6–227.0) ml, respectively.

Conclusion. Measuring the volume of the aneurysmal sac is an important criterion for assessing postoperative dynamics of the infrarenal segment of the aorta in patients who maintain stable diameter after endovascular treatment of the aneurysm.

Keywords: abdominal aortic aneurysms, endovascular repair of the abdominal aorta, aneurysm diameter, volume of the aneurysmal sac

For citation: Polyakov R.S., Kur-ipa K.A., Chargaziya Sh.G., Puretskiy M.V., Saakyan Yu.M., Mardanyan G.V., Pirkova A.A., Safonova V.M., Karuk M.V., Abugov S.A. Analysis of changes in the volume and diameter of the infrarenal aortic segment in patients after abdominal aortic endoprosthesis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 445–451. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-445-451

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

Received September 23, 2024
Accepted November 6, 2024

Введение

На сегодняшний день диаметр аорты является ключевым параметром не только для диагностики аневризм брюшной аорты (АБА), но и для определения необходимости оперативного лечения и наблюдения за уже диагностированными аневризмами [1, 2]. Важно отметить, что измеренные значения диаметра аорты могут различаться в зависимости от используемого метода визуализации – мульти-спиральная компьютерная томография (МСКТ) или ультразвуковое исследование. Согласно общепринятой классификации, аневризмой считается брюшная аорта диаметром более 30 мм или увеличение диаметра, в 1,5 раза превышающее норму [2]. Оперативное лечение аневризм брюшной аорты рекомендуется при диаметре 50 и 55 мм для женщин и мужчин соответственно либо при увеличении диаметра более чем на 1 см в год.

Эндоваскулярное лечение аневризм брюшной аорты (ЭЛАБА) является основным методом лечения этой категории пациентов и требует тщательного послеоперационного наблюдения. Даже незначительные изменения размера аорты могут иметь клиническое значение.

Несмотря на широкое использование измерения диаметра АБА для диагностики, наблюдения и принятия клинических решений, продолжается дискуссия о точности и надежности данного метода [3, 4]. Погрешности в измерении могут возникать из-за изменения формы аневризмы, ее выраженной извитости, а также вариабельности между наблюдателями. Некоторые исследования указывают на то, что при измерении диаметра могут быть не обнаружены небольшие изменения в росте аневризмы, что ограничивает надежность этого метода в определенных клинических ситуациях [5].

В качестве дополнительного критерия оценки АБА был предложен показатель измерения объема инфраренального сегмента аорты. Объем можно измерить различными методами, такими как трехмерная реконструкция с использованием компьютерной томографической ангиографии или магнитно-резонансной ангиографии, включая методы без контрастного вещества [5, 6]. Измерение объема позволяет более точно оценивать анатомию аневризматического мешка в трехмерном пространстве и, предположительно, обладает большей ценностью для мониторинга после ЭЛАБА [7].

Другим преимуществом измерения объема инфраренального сегмента аорты является возможность более точного мониторинга мешотчатых аневризм, которые имеют меньшую корреляцию между увеличением диаметра и риском разрыва [5]. Однако в текущей клинической практике оценка объема не получила широкого применения. Ручное измерение требует специальных навыков и программного обеспечения, что делает этот метод менее удобным по сравнению с измерением диаметра. В то же время разрабатываются автоматические и полуавтоматические системы для сегментации,

которые позволяют проводить быстрые и точные измерения объема [8, 9].

Целью нашего исследования является анализ изменений объема инфраренального сегмента аорты после ЭЛАБА у пациентов без значимого изменения диаметра аневризмы.

Материал и методы

В ретроспективное исследование были включены 38 пациентов, подвергшихся эндоваскулярному лечению АБА, у которых изменение максимального диаметра аневризмы составляло менее 5 мм, по данным послеоперационной МСКТ-ангиографии.

Всем пациентам выполнялась предоперационная МСКТ-ангиография с толщиной среза 1 мм не более чем за 3 мес до оперативного вмешательства. В послеоперационном периоде МСКТ-аортография проводилась в течение 12 мес после исходной процедуры. Оценивались предоперационный и послеоперационный максимальный диаметр аневризмы, расстояния от каудальной почечной артерии до точки расположения максимального диаметра, а также объем инфраренального сегмента аорты. Максимальный диаметр и расстояние от нижней почечной артерии определялись

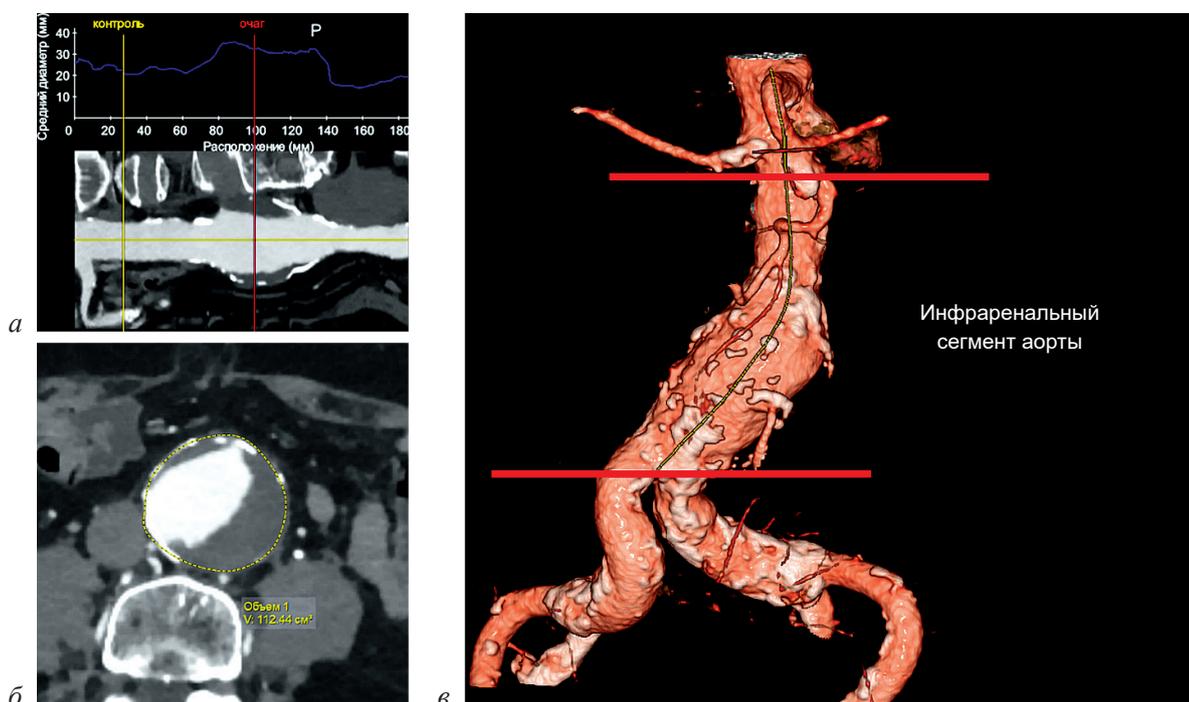


Рис. 1. Оценка объема аневризматического мешка и максимального диаметра путем реконструкции центральной линии сосуда:

a – построение центральной линии сосуда; *б* – измерение объема инфраренального сегмента аорты; *в* – трехмерная реконструкция аневризмы брюшного отдела аорты

Таблица 1

Клинико-демографические характеристики пациентов (n = 38)

Параметр	Значение
Средний возраст, лет	68,6±6,7
Пол, мужской, n (%)	36 (94,7)
Индекс массы тела, M±SD, кг/м ²	28,5±3,9
Гипертоническая болезнь, n (%)	33 (86,8)
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	22 (57,9)
Инфаркт миокарда, n (%)	20 (52,6)
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	2 (5,3)
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	34 (89,5)
Хроническая болезнь почек, n (%)	4 (10,5)
Почечная недостаточность более С2 стадии по ВОЗ, n (%)	15 (39,5)
Сахарный диабет, n (%)	5 (13,2)
ASA III/IV, n (%)	34 (89,5)

Примечание. ASA – физический статус пациентов согласно классификации Американского общества анестезиологов (American Society of Anesthesiologists).

Таблица 2

Анатомические характеристики пациентов (n = 38)

Параметр	Значение
Максимальный диаметр аневризмы, мм	54,3 (50,4–63,2)
Объем инфраренального сегмента аорты, мл	154,8 (121,7–205,3)
Длина проксимальной зоны герметизации, мм	21,2 (15,4–29,3)
Проксимальный диаметр проксимальной зоны герметизации, мм	22,8 (21,6–24,1)
Дистальный диаметр проксимальной зоны герметизации, мм	24,1 (22,8–25,6)
Расстояние от каудальной почечной артерии до точки расположения максимального диаметра, мм	73,3 (58,2–94,6)
Диаметр терминального отдела аорты, мм	26,8 (24,7–31,3)

Примечание. Данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала.

путем реконструкции центральной линии сосуда. Оценка диаметра осуществлялась от наружного края к наружному краю аневризматического мешка (адвентиция-адвентиция). Измерение объема инфраренального сегмента аорты выполнялось от каудальной почечной артерии до бифуркации аорты (рис. 1).

Ангиографическая реконструкция выполнена с помощью программного обеспечения VidarDicom Viewer. Клинико-демографические и анатомические характеристики пациентов представлены в таблицах 1 и 2.

Статистический анализ

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметри-

ческого анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.26 (разработчик – IBM Corporation).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовались критерий Шапиро–Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерий Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых более 50), а также показатели асимметрии и эксцесса.

В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение,

полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3).

Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U-критерий Манна–Уитни.

Рассчитанные значения U-критерия Манна–Уитни сравнивались с критическими при заданном уровне значимости: в том случае, если рассчитанное значение U было равно или меньше критического, признавалась статистическая значимость различий.

Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками нами применялся W-критерий Уилкоксона. При этом для каждого пациента вычислялась величина изменения признака. Все изменения были упорядочены по абсолютной величине (без учета знака). Затем рангам приписывался знак изменения («+» или «-»), для каждого знака ранги суммировались. Выбиралась меньшая сумма рангов (W), которая сравнивалась с критическим значением W-критерия. Если рассчитанное значение W было меньше или равно критическому, делался вывод о наличии статистической значимости различий сравниваемых выборок.

Результаты

При оценке данных мультиспиральной компьютерной томографии не было выявлено статистически значимой разницы в изменении диаметра после эндопротезирования ($p=0,9$), однако отмечено статистически значимое изменение объема ($p=0,013$) (рис. 2, табл. 3).

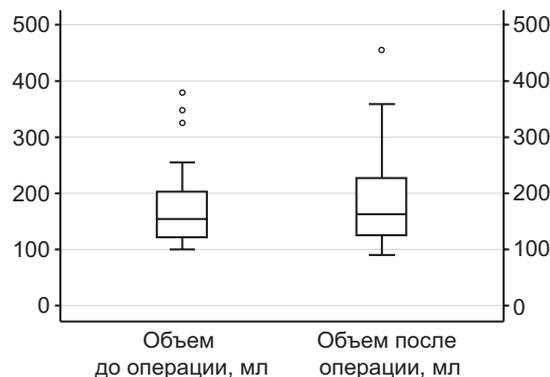


Рис. 2. Ящичная диаграмма, демонстрирующая значение объема инфраренального сегмента аорты до и после оперативного лечения

По данным МСКТ, после эндопротезирования объем в среднем увеличился на $5,5 \pm 14\%$. Из 38 пациентов у 23 (60,5%) отмечено изменение объема более чем на 10% от исходного. У 6 (15,8%) пациентов отмечались разнонаправленные изменения диаметра и объема. Из 23 пациентов с изменением объема более чем на 10% у 4 (17,4%) был выявлен эндолик.

Среднее расстояние от каудальной почечной артерии до точки, в которой определялся максимальный диаметр аневризмы, после операции составляло 75 (63,2–87,2) мм. В среднем расстояние увеличилось на $0,6 \pm 7,9$ мм.

Обсуждение

На сегодняшний день измерение диаметра аорты является общепринятым стандартом для принятия клинических решений, однако оценка объема аорты все еще находится на стадии развития [2]. Высокая степень непосредственного успеха и низкая периоперационная смертность делают ЭЛАБА привлекательной альтернативой открытому хирургическому вмешательству [10, 11].

Тем не менее средне- и долгосрочные осложнения, такие как развитие эндоликов или

Таблица 3

Сравнение результатов МСКТ до и после эндопротезирования

Параметр	До операции	После операции	P
Максимальный диаметр аневризмы, мм	54,3 (50,4–63,2)	55,7 (50,7–64,2)	0,9
Объем аневризматического мешка, мл	154,8 (121,7–205,3)	162,9 (123,6–227,0)	0,013*
Расстояние от каудальной почечной артерии до точки максимального диаметра аневризмы, мм	73 (58–94)	75 (63,2–87,2)	0,06

* Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

миграция компонентов стент-графта, могут приводить к отсутствию герметизации аневризматического мешка. Увеличение аневризматического мешка определяется как расширение максимального диаметра на 5 мм и более по сравнению с предоперационным измерением, тогда как регресс аневризматического мешка подразумевает уменьшение максимального диаметра на 5 мм и более. Абсолютное изменение максимального диаметра менее 5 мм считается стабильностью аневризматического мешка [12, 13]. Эти факторы требуют тщательного послеоперационного наблюдения и своевременного проведения контрольных исследований [14, 15]. Мультиспиральная компьютерная томография является оптимальным методом визуализации для наблюдения за пациентами после эндопротезирования, поскольку позволяет оценить как морфологию аневризмы, так и состояние стент-графтов [16, 17].

Уменьшение размеров аневризматического мешка является основной целью эндоваскулярного лечения. Значительная часть исследований была посвящена оценке изменения диаметра аневризмы после проведенного лечения [18, 19]. Однако последние исследования ставят под сомнение надежность этого параметра при оценке результатов ЭЛАБА, предлагая альтернативные методы трехмерной реконструкции [20–22]. Некоторые исследования демонстрируют, что оценка объема может быть более точной для раннего выявления роста аневризмы, особенно в первые 12 мес наблюдения [23].

Некоторые исследователи свидетельствуют о том, что увеличение аневризматического мешка более чем на 10% может свидетельствовать о его недостаточной герметизации и ассоциируется с неблагоприятными исходами, включая развитие эндоподтеканий [23, 24].

В рамках нашего исследования проанализировано изменение объема инфраренального сегмента аорты у 38 пациентов, у которых изменение диаметра составляло менее 5 мм. Мы установили, что у 23 (60,5%) пациентов произошло изменение объема более чем на 10% от исходного. Это может указывать на наличие у пациента эндолика, требующего дообследования, или других причин, препятствующих герметизации аневризматического мешка. Что, в свою очередь, может увеличить риск отдаленных аортоассоциированных событий,

включая повторные вмешательства, риск разрыва и аортоассоциированную смертность. Кроме того, мы обнаружили смещение точки, в которой определялся максимальный диаметр в до- и послеоперационном периоде. Это может приводить к погрешностям в измерении и свидетельствует, что при измерении диаметра аневризмы оценивается только в одном поперечном сечении, тогда как измерение объема охватывает всю аневризму.

Современное программное обеспечение позволяет сократить время анализа данных МСКТ и расчета объема. В нашем исследовании средняя продолжительность реконструкции составляла менее 5 мин, что является приемлемым для оценки данных КТ.

Ограничениями нашего исследования являются его ретроспективный дизайн, небольшое число пациентов. Тем не менее полученные результаты подтверждают важность измерения объема и необходимость комплексного подхода при оценке инфраренального сегмента аорты [7, 23].

Заключение

Несмотря на отсутствие изменений диаметра после эндопротезирования, аневризматический мешок может увеличиваться. В нашем исследовании у более чем половины пациентов было зафиксировано значительное увеличение объема после операции, что может служить предиктором неблагоприятных исходов. В случаях, когда диаметр остается неизменным, целесообразно проводить измерение объема для более точной оценки состояния инфраренального сегмента аорты.

Литература/References

1. Long A., Rouet L., Lindholt J.S., Allaire E. Measuring the maximum diameter of native abdominal aortic aneurysms: review and critical analysis. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2012; 43 (5): 515–524. DOI: 10.1016/j.ejvs.2012.01.018
2. Wanhainen A., Verzini F., Van Herzelee I., Allaire E., Bown M., Cohnert T. et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2019; 57 (1): 8–93. DOI: 10.1016/j.ejvs.2018.09.020
3. Grøndal N., Bramsen M.B., Thomsen M.D., Rasmussen C.B., Lindholt J.S. The cardiac cycle is a major contributor to variability in size measurements of abdominal aortic aneurysms by ultrasound. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2012; 43 (1): 30–33. DOI: 10.1016/j.ejvs.2011.09.025
4. Powell J.T., Greenhalgh R.M., Ruckley C.V., Fowkes F.G. The UK Small Aneurysm Trial. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1996; 800: 249–251. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1996.tb33320.x

5. Von Allmen R.S., Powell J.T. Part two: against the motion. External diameter for AAA size. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2013; 46 (1): 6–8. DOI: 10.1016/j.ejvs.2013.04.031
6. Nambi P., Sengupta R., Krajcer Z., Muthupillai R., Strickman N., Cheong B.Y. Non-contrast computed tomography is comparable to contrast-enhanced computed tomography for aortic volume analysis after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2011; 41 (4): 460–466. DOI: 10.1016/j.ejvs.2010.11.027
7. Van Keulen J.W., van Prehn J., Prokop M., Moll F.L., van Herwaarden J.A. Potential value of aneurysm sac volume measurements in addition to diameter measurements after endovascular aneurysm repair. *J. Endovasc. Ther.* 2009; 16 (4): 506–513. DOI: 10.1583/09-2690.1
8. Caradu C., Pouncey A.L., Lakhlifi E., Brunet C., Bérard X., Ducasse E. Fully automatic volume segmentation using deep learning approaches to assess aneurysmal sac evolution after infrarenal endovascular aortic repair. *J. Vasc. Surg.* 2022; 76 (3): 620–630. DOI: 10.1016/j.jvs.2022.03.891
9. Поляков Р.С., Чаргазия Ш.Г., Кур-ипа К.А., Пурецкий М.В., Марданян Г.В., Пиркова А.А. и др. Оптимальная оценка морфологии моделей аневризм брюшной аорты с помощью компьютерной томографии. *Эндоваскулярная хирургия.* 2022; 9 (4): 369–374. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-4-369-374
Polyakov R.S., Chargaziya Sh.G., Kur-ipa K.A., Pureskiy M.V., Mardanyan G.V., Pirkova A.A. et al. Optimal assessment of abdominal aortic aneurysm models morphology by computed tomography. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (4): 369–374 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-4-369-374
10. Stather P.W., Sidloff D., Dattani N., Choke E., Bown M.J., Sayers R.D. Systematic review and meta-analysis of the early and late outcomes of open and endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Br. J. Surg.* 2013; 100 (7): 863–872. DOI: 10.1002/bjs.9101
11. Propper B.W., Abularrage C.J. Long-term safety and efficacy of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Vasc. Health Risk. Manag.* 2013; 9: 135–141. DOI: 10.2147/VHRM.S32250
12. Fransen G.A., Vallabhaneni S.R., van Marrewijk C.J., Laheij R.J., Harris P.L., Buth J.; EUROSTAR. Rupture of infrarenal aortic aneurysm after endovascular repair: a series from EUROSTAR registry. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2003; 26 (5): 487–493. DOI: 10.1016/s1078-5884(03)00350-2
13. Powell J.T., Sweeting M.J., Ulug P., Blankensteijn J.D., Lederle F.A., Becquemin J.P., Greenhalgh R.M.; EVAR-1, DREAM, OVER and ACE Trialists. Meta-analysis of individual-patient data from EVAR-1, DREAM, OVER and ACE trials comparing outcomes of endovascular or open repair for abdominal aortic aneurysm over 5 years. *Br. J. Surg.* 2017; 104 (3): 166–178. DOI: 10.1002/bjs.10430
14. Lederle F.A., Kyriakides T.C., Stroupe K.T., Freischlag J.A., Padberg F.T. Jr, Matsumura J.S., Huo Z., Johnson G.R.; OVER Veterans Affairs Cooperative Study Group. Open versus endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *N. Engl. J. Med.* 2019; 380 (22): 2126–2135. DOI: 10.1056/NEJMoa1715955
15. Smith T., Quencer K.B. Best practice guidelines: imaging surveillance after endovascular aneurysm repair. *Am. J. Roentgenol.* 2020; 214 (5): 1165–1174. DOI: 10.2214/AJR.19.22197
16. Gozzo C., Caruana G., Cannella R., Farina A., Giambelluca D., Dinoto E. et al. CT angiography for the assessment of EVAR complications: a pictorial review. *Insights Imag.* 2022; 13 (1): 5. DOI: 10.1186/s13244-021-01112-4
17. Pandey N., Litt H.I. Surveillance imaging following endovascular aneurysm repair. *Semin. Intervent. Radiol.* 2015; 32 (3): 239–248. DOI: 10.1055/s-0035-1556878
18. Farner M.C., Carpenter J.P., Baum R.A., Fairman R.M. Early changes in abdominal aortic aneurysm diameter after endovascular repair. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2003; 14 (2 Pt 1): 205–210. DOI: 10.1097/01.rvi.0000058322.82956.ad
19. Tseng H.W., Chang P.Y., Chang C.H., Wu I.H., Hsu R.B., Chan C.Y. Change in abdominal aortic aneurysm sac diameter after endovascular repair: a single-center experience from Taiwan. *J. Endovasc. Ther.* 2023; 30 (1): 57–65. DOI: 10.1177/15266028211068755
20. Lee J.T., Aziz I.N., Lee J.T., Haukoos J.S., Donayre C.E., Walot I. et al. Volume regression of abdominal aortic aneurysms and its relation to successful endoluminal exclusion. *J. Vasc. Surg.* 2003; 38 (6): 1254–1263. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00924-8
21. Ricco J.B., Forbes T.L. Trans-Atlantic debate: are intra-sac pressure measurements useful following endovascular repair of abdominal aortic aneurysms? *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2011; 41 (2): 143. DOI: 10.1016/j.ejvs.2010.11.011
22. Kontopodis N., Metaxa E., Papaharilaou Y., Georgakarakos E., Tsetis D., Ioannou C.V. Value of volume measurements in evaluating abdominal aortic aneurysms growth rate and need for surgical treatment. *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (7): 1051–1056. DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.03.018
23. Bargellini I., Cioni R., Petruzzi P., Pratali A., Napoli V., Vignali C. et al. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: analysis of aneurysm volumetric changes at mid-term follow-up. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2005; 28 (4): 426–433. DOI: 10.1007/s00270-004-0171-9
24. Vaitėnas G., Mosenko V., Račytė A., Medelis K., Skrebūnas A., Baltrūnas T. Abdominal aortic aneurysm diameter versus volume: a systematic review. *Biomedicines.* 2023; 11 (3): 941. DOI: 10.3390/biomedicines11030941

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.125.6-007.64-089.819.5

Эффективность эндоваскулярного закрытия открытого овального окна в зависимости от анатомо-функциональных особенностей межпредсердной перегородки

А.С. Терещенко ✉, *Е.В. Меркулов*, *М.И. Макеев*, *М.А. Саидова*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова»
Минздрава России, Москва, Российская Федерация

✉ **Терещенко Андрей Сергеевич**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4198-0522,
e-mail: Andrew034@yandex.ru

Меркулов Евгений Владимирович, д-р мед. наук, гл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0001-8193-8575

Макеев Максим Игоревич, врач ультразвуковой диагностики; orcid.org/0000-0002-4779-5088

Саидова Марина Абдулатиповна, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела ультразвуковых методов исследования; orcid.org/0000-0002-3233-1862

Резюме

Цель исследования – оценить результаты эндоваскулярного закрытия открытого овального окна (ООО) у пациентов с различными анатомическими вариантами межпредсердной перегородки (МПП), перенесших криптогенный инсульт или транзиторную ишемическую атаку (ТИА).

Материал и методы. В проспективное исследование включены 276 пациентов, перенесших инсульт или ТИА. В зависимости от значения по шкале AF-ROPE пациенты были разделены на три группы: с низким (7 баллов и ниже, $n = 26$), средним (8–10 баллов, $n = 96$) и высоким (11 баллов и выше, $n = 154$) риском. Всем пациентам была выполнена операция чрескожного закрытия ООО.

Результаты. Медиана по шкале AF-ROPE у пациентов 1-й группы составила 7,00 [6,00; 7,00] балла, 2-й – 9,00 [9,00; 10,00] балла, 3-й – 13,00 [11,00; 14,00] балла ($p < 0,0001$). По результатам чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ), наличие аневризмы МПП достоверно чаще выявлялось в 3-й группе пациентов – 88,3% случаев ($p < 0,0001$). Если возникали трудности с прохождением непосредственно через ООО, выполнялась пункция МПП рядом с овальным окном, после чего проводили его закрытие. В 1-й группе пациентов таких случаев не было, во 2-й группе пункцию МПП пришлось проводить у 2 (2,1%), в 3-й группе – у 3 (1,9%) пациентов ($p > 0,05$). Интраоперационные осложнения, связанные с процедурой закрытия ООО, чаще диагностировали во 2-й группе пациентов ($p > 0,05$). Ранние послеоперационные осложнения на госпитальном этапе были диагностированы у 2 (7,7%), 11 (11,5%) и 16 (10,4%) пациентов в 1-й, 2-й и 3-й группах соответственно ($p > 0,05$). Повторный инсульт после установки окклюдера был отмечен в 2 (1,3%) случаях в 3-й группе пациентов, а ТИА – в 1 (0,6%) случае также в 3-й группе.

Заключение. ЧПЭхоКГ с оценкой анатомии МПП и пузырьковой пробой должна быть включена в рутинное обследование пациентов с ТИА и криптогенным инсультом. Анатомические особенности МПП и высокие показатели по шкале AF-ROPE у пациентов с перенесенным инсультом и ТИА в анамнезе статистически не влияют на развитие интра- и послеоперационных осложнений, а также эффективность закрытия ООО в течение 12 мес наблюдения. Однако данные факторы могут быть связаны с трудностями прохождения через ООО во время операции, в таком случае может потребоваться дополнительная пункция МПП.

Ключевые слова: открытое овальное окно, анатомия межпредсердной перегородки, криптогенный инсульт, шкала AF-ROPE

Для цитирования: Терещенко А.С., Меркулов Е.В., Макеев М.И., Саидова М.А. Эффективность эндоваскулярного закрытия открытого овального окна в зависимости от анатомо-функциональных особенностей межпредсердной перегородки. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 452–461. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-452-461

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 30.10.2024
Принята к печати 26.11.2024

The effectiveness of endovascular closure of patent foramen ovale depending on the anatomical and functional features of the interatrial septum

A.S. Tereshchenko ✉, *E.V. Merkulov*, *M.I. Makeev*, *M.A. Saidova*

National Medical Research Centre of Cardiology named after academician E.I. Chazov, Moscow,
Russian Federation

✉ **Andrey S. Tereshchenko**, Cand. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-4198-0522, e-mail: Andrew034@yandex.ru
Evgeniy V. Merkulov, Dr. Med. Sci., Chief Researcher; orcid.org/0000-0001-8193-8575
Maksim I. Makeev, Ultrasonic Diagnostician; orcid.org/0000-0002-4779-5088
Marina A. Saidova, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Ultrasound Methods of Research; orcid.org/0000-0002-3233-1862

Abstract

Objective. To evaluate the results of endovascular closure of patent foramen ovale (PFO) in patients with different anatomical variants of the atrial septum (AS), who suffered cryptogenic stroke or transient ischaemic attack (TIA).

Material and methods. The prospective study included 276 patients with stroke or TIA. Depending on the AF-ROPE scale value, the patients were divided into three groups: low (7 points and below, $n = 26$), medium (8–10 points, $n = 96$) and high (11 points and above, $n = 154$) risk. All patients underwent percutaneous PFO closure.

Results. The median AF-ROPE score of the first group of patients was 7.00 [6.00; 7.00] points, the second group – 9.00 [9.00; 10.00] points, the third group – 13.00 [11.00; 14.00] points ($p < 0.0001$). According to the results of the transesophageal echocardiogram, the presence of an aneurysm of the AS was significantly more frequently detected in the third group of patients in 88.3% of cases ($p < 0.0001$). In those cases when there were difficulties in passing directly through the PFO, a puncture of the AS near the PFO was performed, followed by its closure. In the first group of patients there were no such cases, in the second group of patients, AS puncture had to be performed in two patients (2.1%), in the third group – in three patients (1.9%) ($p > 0.05$). Intraoperative complications related to the procedure of PFO closure were diagnosed more often in the second group of patients ($p > 0.05$). Early postoperative complications at the hospital stage were diagnosed in 2 (7.7%), 11 (11.5%) and 16 (10.4%) patients in the first, second and third groups, respectively ($p > 0.05$). Recurrent stroke after occluder placement was noted in two cases (1.3%) in the third group of patients, and TIA – in one case (0.6%) also in the third group.

Conclusion. Transesophageal echocardiogram with assessment of AS anatomy and bubble test should be included in routine examination of patients with TIA and cryptogenic stroke. The anatomical features of the AS and high AF-ROPE scores in patients with a history of stroke and TIA do not statistically affect the development of intra- and postoperative complications, as well as the efficacy of PFO closure during 12-month follow-up. However, these factors may be associated with difficulties in passing through the PFO during surgery, in which case an additional AS puncture may be required.

Keywords: patent foramen ovale, atrial septal anatomy, cryptogenic stroke, AF-ROPE scale

For citation: Tereshchenko A.S., Merkulov E.V., Makeev M.I., Saidova M.A. The effectiveness of endovascular closure of patent foramen ovale depending on the anatomical and functional features of the interatrial septum. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 452–461. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-452-461

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

Received October 30, 2024
 Accepted November 26, 2024

Введение

Овальное окно представляет собой небольшое отверстие между правым и левым предсердиями, расположенное в области овальной ямки в межпредсердной перегородке (МПП). В норме оно наблюдается у плода во внутриутробном периоде формирования сердечно-сосудистой системы, его основная функция при этом – перенос венозной крови с кислородом и питательными веществами из материнской плаценты непосредственно в левую часть сердца, минуя незрелые легкие плода [1, 2]. После рождения это отверстие обычно закрывается вследствие повышенного давления в левых отделах сердца примерно у 75% людей. Если овальное окно сохраняется по истечении 1-го года жизни, то есть перегородки *primum* и *secundum* не сливаются [2], его рассматривают как малую аномалию разви-

тия сердца (МАРС) – открытое овальное окно (ООО) [1].

Открытое овальное окно встречается более чем у 25% населения, а у 20–34% взрослого населения данная патология может быть причиной парадоксальных эмболий, приводящих в том числе к инсульту [3]. Данное состояние, как правило, протекает бессимптомно, при этом открываться овальное окно может в моменты повышения давления в правом предсердии (ПП) [1, 3, 4]. Зачастую ООО диагностируется при помощи трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ), транскраниальной доплерографии или при аутопсии. О наличии сообщения между предсердиями можно судить при поступлении микропузырьков в левых отделах сердца в течение первых трех сердечных циклов после «тугого» контрастирования ПП [5].

Анатомические варианты МПП при ООО включают наличие аневризмы – примерно у 70% пациентов [6] или удлиненного тоннеля, которые могут сочетаться с аномалиями восходящего отдела аорты (аневризма, дилатация корня) и удлиненной евстахиевой за-слонкой [7].

Показаниями к закрытию ООО являются: криптогенный инсульт, системная эмболизация, синдром платипноэ-ортодеоксии и мигрень с аурой в анамнезе [8].

При криптогенном инсульте, несмотря на комплексное обследование сердечно-сосудистой системы, не удается установить явную причину окклюзии мозговой артерии [4]. Криптогенные инсульты составляют 15–40% всех инсультов, а ООО обнаруживается у 40–56% молодых пациентов с данным заболеванием [9]. В большом метаанализе исследований случай-контроль отношение шансов (ОШ) развития инсульта у пациентов в возрасте до 55 лет с ООО составило 3,1 (95% ДИ 2,29–4,21) [10].

После проведения диагностического поиска причины инсульта наличие ООО может указывать на причинно-следственную связь между заболеваниями, когда предполагаемой причиной инсульта является парадоксальная эмболия. Механизм может быть связан с миграцией венозного тромба в большой круг кровообращения через ООО во время быстрого повышения и понижения давления в ПП, например при натуживании, кашле и т. д. [4, 11]. Таким образом, парадоксальная эмболия из правых отделов сердца в левые отделы через ООО может быть причиной развития транзиторных ишемических атак (ТИА), криптогенного или эмболического инсульта с неустановленным источником.

В течение длительного времени велись споры о пользе закрытия ООО у пациентов, перенесших инсульт. Было доказано, что данное вмешательство эффективно снижает риск дальнейших эмболических событий. При этом все пациенты должны быть обследованы на предмет закрытия ООО для предотвращения или снижения вероятности последующего инсульта. Данные рандомизированной оценки повторного инсульта, сравнивающей закрытие овального окна с существующими стандартами лечения (исследование RESPECT), и двух других рандомизированных исследований (CLOSE и REDUCE), а также нескольких

метаанализов подтвердили, что закрытие ООО является эффективным [12–16].

Результаты исследования RESPECT, в котором использовался окклюдер Amplatzer с трансвенозной системой доставки, показали долгосрочное (5,9 года) значительное снижение частоты развития повторного инсульта или ТИА по сравнению с медикаментозной терапией (ОШ 0,55; 95% ДИ 0,31–0,99; $p=0,046$) [8, 12, 13, 15].

В ряде рандомизированных исследований было показано, что эндоваскулярное закрытие ООО превосходит медикаментозную анти-тромбоцитарную терапию [16–18]. По данным нескольких метаанализов, в которых изучались пациенты с криптогенным инсультом на фоне ООО (CLOSE 2017, CLOSURE 2013, RESPECT 2013 и PC 2013), установлено, что при назначении анти-тромбоцитарной терапии и закрытия ООО частота повторных инсультов была ниже по сравнению с теми пациентами, кому была назначена только анти-тромбоцитарная терапия [16–18].

Одним из осложнений закрытия ООО, связанных с устройствами, является фибрилляция предсердий (ФП) [16–18]. В работе L. Søndergaard et al. осложнения, связанные с устройством, возникли у 1,6% пациентов в группе закрытия ООО, при этом ФП развивалась в 6,6% случаев [17]. В исследовании J.L. Mas et al. осложнения при закрытии овального окна, связанные с устройством, развились у 4,6% пациентов, а преходящая ФП – у 5,9% [18]. Однако преимущества закрытия ООО для предотвращения повторных инсультов превосходят риск осложнений [16–18]. Результаты этих исследований совпадают с данными RESPECT и CLOSE.

Принятие решения о необходимости закрытия ООО у пациентов с криптогенным инсультом обычно основывается на оценке риска эмболии по шкале ROPE [2, 19]. В данной шкале при расчетах применяется теорема Байеса и определяется вероятность причинной связи ООО с инсультом (PFO attributable fraction – PFOAF). При этом более высокие баллы означают большую вероятность того, что ООО этиологически связано с криптогенным инсультом [2]. Шкала ROPE включает в себя диабет, гипертонию, курение, предшествующий инсульт или ТИА в анамнезе. На основе этих переменных рассчитывается 10-балльная оценка риска парадоксальной эмболии [2, 18].

Показатели более 7 баллов указывают на то, что необходимо проведение вмешательства по закрытию овального окна.

Для установления взаимосвязи между криптогенным инсультом и ООС существует также шкала AF-ROPE с улучшенными показателями расчета, в которую дополнительно включены данные визуализации. AF-ROPE позволяет более точно разделить пациентов с оценкой по шкале ROPE, равной 8–10 баллам, по анатомическим и функциональным признакам МПП, максимальное количество баллов – 17. Было показано, что у пациентов с показателем AF-ROPE более 11 баллов наблюдалось больше рецидивов инсульта, чем у пациентов с показателем 7–10 баллов или меньше. Самый высокий риск повторного инсульта наблюдался у пациентов с постоянным шунтированием справа налево, размером аневризмы МПП более 20 мм, длинным тоннелевидным ООС (более 12 мм) и значимым R-L шунтом (занавесом) при пузырьковой пробе на ультразвуковой доплерографии [20].

Цель нашего исследования – оценить результаты эндоваскулярного закрытия открытого овального окна у пациентов с различными анатомическими вариантами межпредсердной перегородки, перенесших криптогенный инсульт или транзиторную ишемическую атаку.

Материал и методы

В отделе рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова с января 2019 г. по декабрь 2023 г. проводилось проспективное исследование, в которое были включены 276 пациентов, перенесших инсульт или ТИА, из них – 165 (59,8%) – женского и 111 (40,2%) – мужского пола, медиана возраста составила 43,00 [35,00; 52,00] года.

У всех пациентов при поступлении проводили сбор жалоб, анамнеза, рассчитывали индекс массы тела (ИМТ), измеряли артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений (ЧСС). Лабораторные методы обследования включали общий и биохимический анализы крови. Инструментальные методы диагностики включали электрокардиографию (ЭКГ), ЧПЭхоКГ, по данным которой определяли анатомические особенности МПП и ООС и проводили пузырьковую пробу для подтверждения парадоксальной эмболии.

Критериями включения являлись:

- перенесенный инсульт или ТИА в анамнезе;
- наличие ООС по результатам ЧПЭхоКГ;
- возраст старше 18 лет, согласие на участие в исследовании.

Критериями невключения служили:

- противопоказания к эндоваскулярному закрытию ООС;
- противопоказания к назначению антиагрегантной терапии;
- наличие других пороков сердца, требующих оперативного лечения;
- алкогольная/наркотическая зависимость, психические заболевания в анамнезе;
- возраст моложе 18 лет, отказ от участия в исследовании.

Среди основных жалоб пациентов были: головная боль (21,0%), головокружение (20,6%), слабость (48,6%), перебои в работе сердца (15,9%). О курении сообщили 16,3% пациентов. Среди сопутствующих заболеваний были отмечены: артериальная гипертония (АГ) – 28 (10,1%), дислипидемия – 59 (21,4%), нестенозирующий атеросклероз сонных артерий – 17 (6,2%), тромбоз вен нижних конечностей – 56 (20,3%), варикозная болезнь – 30 (10,9%), сахарный диабет II типа (СДII) – 9 (3,3%), тромбофилия – 30 (10,9%) случаев. Инсульт в анамнезе был у 204 (73,9%), ТИА – у 72 (26,1%) пациентов.

Медиана ИМТ пациентов при поступлении составила 25,28 [22,18; 29,47] кг/м², что свидетельствовало о наличии избыточной массы тела у пациентов данной выборки. Медиана АД при поступлении находилась в пределах нормы и составила: систолическое АД – 120,00 [110,00; 126,00] мм рт. ст., диастолическое – 74,00 [70,00; 80,00] мм рт. ст.; ЧСС также была в пределах нормы – 70,00 [65,75; 77,00] уд/мин. По данным ЭКГ, синусовый ритм отмечался у 270 (97,8%) пациентов, в 6 (2,2%) случаях была диагностирована ФП.

Также у всех пациентов определяли взаимосвязь ООС с перенесенным инсультом или ТИА по шкалам ROPE и AF-ROPE. Медиана по шкале ROPE составила 7,00 [6,00; 8,00] балла, по шкале AF-ROPE – 11,00 [9,00; 13,00] балла, что свидетельствовало о наличии взаимосвязи между перенесенным инсультом или ТИА с ООС в данной выборке пациентов.

В зависимости от значения AF-ROPE пациенты были разделены на три группы: с низким (7 баллов и ниже), средним (8–10 баллов) и высоким (11 баллов и выше) риском, в которые вошли 26, 96 и 154 пациента соответственно.

Всем пациентам была выполнена операция чрескожного закрытия ООС с использованием окклюдеров Figulla Flex PFO, Figulla Flex UNI и Amplatzer PFO. Эндovasкулярное закрытие ООС проводилось под местной анестезией. Для интраоперационной оценки состояния МПП использовалась ЧПЭхоКГ. В конце операции систему доставки извлекали через бедренную вену после проведения контрольной ЧПЭхоКГ, которая подтверждала анатомически и функционально правильную установку окклюдера. Всем пациентам после операции назначалась антиагрегантная терапия согласно рекомендательным документам.

Далее был проведен сравнительный анализ клинико-функциональных данных и результатов инструментальных исследований между тремя сформированными группами в зависимости от исходной оценки по шкале AF-ROPE. Всем пациентам также выполняли повторную ЧПЭхоКГ через 1, 6 и 12 мес после операции, а через 33,40 [18,82; 47,65] мес происходил контрольный контакт по телефону.

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программного обеспечения SPSS Statistica v.26 (IBM, США) и JMP Pro 17 (SAS, США). Проверка распределения непрерывных показателей на нормальность выполнялась с помощью теста Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллие-

форса. Показатели с распределением, отличным от нормального, описывались в виде медианы и квартилей (Me [Q25%; Q75%]). Качественные признаки представлены в виде долей и частот выявления признака (%). Сопоставление двух групп по количественным переменным осуществлялось с помощью непараметрического критерия U Манна–Уитни. Достоверность различий между изучаемыми группами для качественных признаков выполнялась с использованием критерия χ^2 Пирсона. Уровень значимости при проверке статистических гипотез был зафиксирован на уровне ошибки первого рода – не более 5% ($p < 0,05$).

Результаты

Пациенты 1-й группы были достоверно старше, медиана их возраста составила 62,50 [53,75; 64,00] года, 2-й группы – 44,00 [37,75; 51,25] года, 3-й группы – 39,00 [33,25; 47,00] года ($p < 0,0001$). По полу достоверных различий между группами выявлено не было – во всех группах преобладали женщины: 69,2, 60,4 и 57,8% соответственно ($p = 0,5393$).

Медиана по шкале AF-ROPE пациентов 1-й группы составила 7,00 [6,00; 7,00] балла, 2-й – 9,00 [9,00; 10,00] балла, 3-й – 13,00 [11,00; 14,00] балла ($p < 0,0001$). Сравнительный анализ анамнестических данных представлен в таблице 1.

В 1-й группе было достоверно больше пациентов с АГ и атеросклерозом сонных артерий в анамнезе ($p < 0,05$). По другим сопутствующим заболеваниям не отмечено достоверных различий между группами. Однако перенесенный инсульт отмечался чаще во

Таблица 1

Сравнительный анализ сопутствующих и перенесенных заболеваний пациентов трех групп

Показатель	Группа 1 (n=26)	Группа 2 (n=96)	Группа 3 (n=154)	P
Артериальная гипертония, n (%)	9 (34,6)	6 (6,3)	13 (8,4)	<0,0001
Дислипидемия, n (%)	5 (19,2)	26 (27,1)	28 (18,2)	0,2385
Атеросклероз сонных артерий (нестенозирующий), n (%)	5 (19,2)	7 (7,3)	5 (3,2)	0,0062
Тромбоз вен нижних конечностей, n (%)	1 (3,8)	18 (18,8)	37 (24,0)	0,0546
Варикозная болезнь нижних конечностей, n (%)	3 (11,5)	12 (12,5)	15 (9,7)	0,7874
Сахарный диабет II типа, n (%)	3 (11,5)	3 (3,1)	3 (1,9)	0,0389
Тромбофилия, n (%)	1 (3,8)	9 (9,4)	20 (13,0)	0,3234
Перенесенный инсульт, n (%)	19 (73,1)	75 (78,1)	110 (71,4)	0,5001
Транзиторная ишемическая атака в анамнезе, n (%)	7 (26,9)	21 (21,9)	44 (28,6)	0,5001

2-й группе пациентов – 78,1% случаев, а ТИА – в 3-й группе – 28,6% случаев ($p > 0,05$).

При проведении ЧПЭхоКГ у всех пациентов оценивались наличие и параметры внутрисердечного шунта (ВСШ), анатомия МПП и длина тоннеля ООО. Сравнительный анализ полученных результатов представлен в таблице 2.

В 1-й группе пациентов прерывный и постоянный характер шунта был диагностирован в одинаковом проценте случаев, во 2-й группе преобладал прерывный характер шунта, в 3-й группе – постоянный ($p < 0,0001$). При этом во всех трех группах чаще диагностировали большой шунт, наибольший процент случаев был выявлен в 3-й группе (77,9%); между группами была отмечена статистическая разница ($p = 0,0466$).

Наличие аневризмы МПП достоверно чаще выявлялось в 3-й группе пациентов – 88,3% случаев ($p < 0,0001$). В этой же группе тоннель ООО длиной более 12 мм диагностирован статистически чаще – в 90,3% случаев, в то время как во 2-й группе данный параметр отмечен в 27,1% случаев, а в 1-й группе он определялся реже всего – в 7,7% случаев ($p < 0,0001$).

Также во всех группах при наличии аневризмы МПП был проведен сравнительный анализ ее размеров по классификации Olivares-Reyes. В 1-й группе преобладали аневризмы 1R – у 4 (15,4%) пациентов, у 2 (7,7%) пациентов – 2L. Во 2-й группе также чаще всего выявлялись аневризмы 1R – 23 (24,0%) случая и аневризмы 2L – 18 (18,8%) случаев; при этом аневризмы 3RL были диагностированы у 3 (3,1%) пациентов, 4LR – у 1 (1,0%) пациента и 5 – также у 1 (1,0%) пациента.

В 3-й группе пациентов распределение размеров аневризм МПП достоверно различалось ($p < 0,0001$) (рис. 1). Чаще всего выявлялись аневризмы 3RL – у 48 (31,2%) пациентов, а также аневризмы 2L – у 26 (16,9%) пациентов. Аневризмы 1R и 4LR были диагностированы у 23 (14,9%) и 22 (14,3%) пациентов соответственно. Аневризмы размером 5 выявлялись реже всего – в 17 (11,0%) случаях.

Размер аневризм 3RL и более чаще диагностировался в 3-й группе пациентов – в 56,5% случаев ($p < 0,0001$). В 1-й группе пациентов аневризм МПП такого размера выявлено не было.

Также по данным ЧПЭхоКГ во 2-й и 3-й группах пациентов были выявлены дополнительные внутрисердечные структуры в области МПП, такие как сеть Хиари (у 3 и 5 пациентов соответственно) и евстахиева заслонка (у 3 и 5 пациентов соответственно) (рис. 2). Однако статистически значимой разницы между группами не отмечено ($p = 0,7775$).

Далее был проведен сравнительный анализ параметров эндоваскулярного вмешательства при закрытии ООО в трех группах пациентов. Частота использования различных окклюдеров для закрытия ООО между группами достоверно различалась ($p = 0,0011$). В 1-й группе чаще применяли окклюдер Amplatzer PFO – 57,7% случаев, во 2-й группе – окклюдер Figulla Flex PFO – 46,9% случаев, в 3-й группе – окклюдер Figulla Flex UNI – 39,9% случаев (рис. 3).

Продолжительность операции достоверно не отличалась ($p = 0,1113$): в 1-й группе медиана составила 62,50 [47,75; 70,00] мин, в 3-й группе была несколько меньше – 60,00

Таблица 2

Сравнительный анализ данных ЧПЭхоКГ до эндоваскулярного закрытия ООО

Показатель	Группа 1 (n=26)	Группа 2 (n=96)	Группа 3 (n=154)	P
Характер шунта, n (%)				
прерывный	13 (50,0)	52 (54,2)	36 (23,4)	<0,0001
постоянный	13 (50,0)	44 (45,8)	118 (76,6)	<0,0001
Размер шунта, n (%)				
средний (менее 20 пузырей)	7 (26,9)	35 (36,5)	34 (22,1)	0,0398
большой (более 20 пузырей/занавес)	19 (73,1)	61 (63,5)	120 (77,9)	0,0466
Наличие аневризмы МПП, n (%)	6 (23,1)	46 (47,9)	136 (88,3)	<0,0001
Аневризма МПП 3 степени и выше (по классификации Olivares-Reyes), n (%)	–	5 (5,2)	87 (56,5)	<0,0001
Длина тоннеля ООО более 12 мм, n (%)	2 (7,7)	26 (27,1)	139 (90,3)	<0,0001

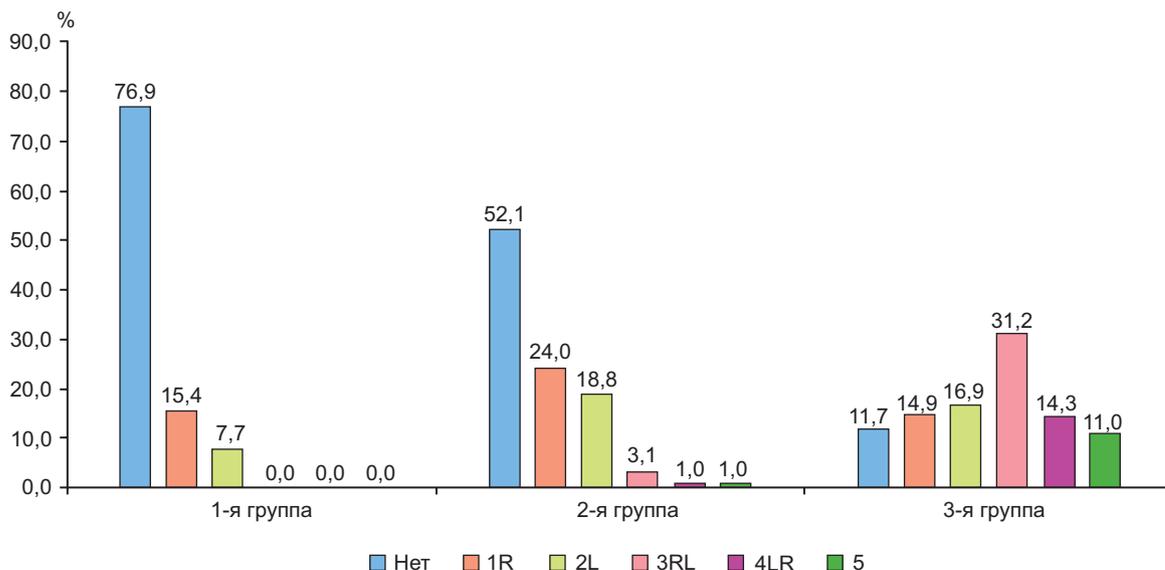


Рис. 1. Распределение аневризм МПП по размеру в группах сравнения (классификация Olivares-Reyes)

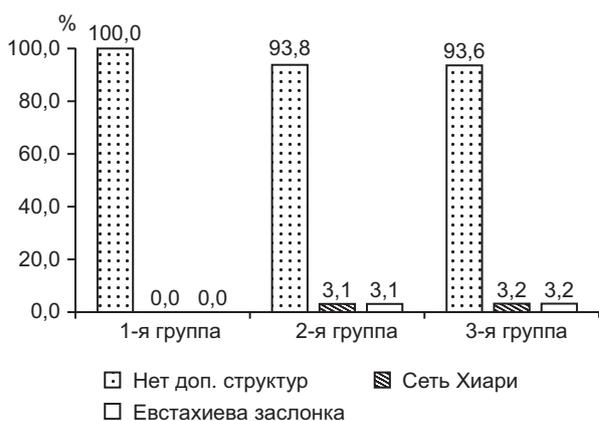


Рис. 2. Наличие дополнительных структур по данным ЧПЭхоКГ в группах сравнения

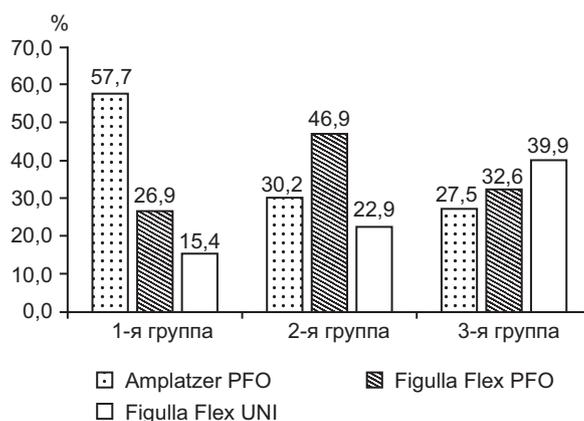


Рис. 3. Частота использования различных окклюдеров для закрытия ООО в группах сравнения

[40,00; 75,00] мин, во 2-й группе операция длилась меньше всего – 52,00 [40,00; 65,00] мин. При этом длительность облучения в 1-й группе пациентов была достоверно больше и составила 704,50 [497,25; 1066,00] с, в 3-й группе – 563,50 [340,00; 912,00] с, во 2-й группе она была наименьшей – 521,00 [339,25; 720,75] с ($p=0,0235$). Однако доза облучения во всех трех группах достоверно не различалась и составила 9,96 [7,40; 18,48], 8,15 [5,31; 12,15] и 8,46 [5,26; 15,04] мЗв в 1-й, 2-й и 3-й группах соответственно.

В тех случаях, когда возникали трудности с прохождением непосредственно через ООО, выполнялась пункция МПП рядом с овальным окном, после чего осуществляли его закрытие. В 1-й группе пациентов таких случаев не отмечено, во 2-й группе пункцию МПП при-

шлось проводить у 2 (2,1%) пациентов, в 3-й группе – у 3 (1,9%) пациентов, без достоверных различий между группами ($p=0,76$).

Интраоперационные осложнения чаще отмечались в 1-й группе пациентов – 6 (23,1%) случаев. Во 2-й и 3-й группах больных интраоперационные осложнения наблюдались у 11 (11,5%) и 17 (11,0%) пациентов соответственно. Однако статистической разницы между группами выявлено не было ($p=0,2138$). При этом интраоперационные осложнения, связанные непосредственно с самой процедурой закрытия ООО, чаще диагностировали во 2-й группе пациентов – 9 (9,4%) случаев, реже – в 3-й группе – 7 (4,5%) случаев. В 1-й группе такие осложнения были отмечены у 2 (7,7%) пациентов. Статистической разницы между группами выявлено не было ($p=0,7904$).

Дислокация или тромбоз установленного устройства при последующих точках наблюдения не отмечались. Однако был выявлен контакт с передней створкой митрального клапана у 1 (0,6%) пациента из 3-й группы, а гемоперикард – у 2 (2,1%) пациентов из 2-й группы.

При проведении контрольной ЧПЭхоКГ с пузырьковой пробой после эндоваскулярного закрытия ООС в ряде случаев был диагностирован остаточный шунт, который чаще отмечался в 3-й группе пациентов (рис. 4). При этом достоверных различий между группами отмечено не было ($p > 0,05$).

Ранние послеоперационные осложнения на госпитальном этапе были диагностированы у 2 (7,7%), 11 (11,5%) и 16 (10,4%) пациентов в 1-й, 2-й и 3-й группах соответственно ($p = 0,91$). Сравнительный анализ ранних по-

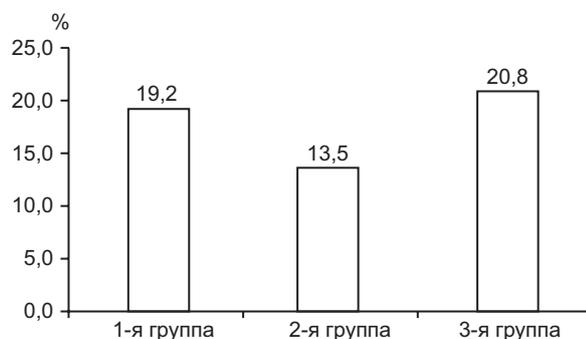


Рис. 4. Наличие остаточного кровотока через овальное окно по данным ЧПЭхоКГ

слеоперационных осложнений в трех группах пациентов представлен в таблице 3. Осложнения, связанные с местом доступа, такие как имбиция мягких тканей и наличие артериовенозного (АВ) соустья, чаще отмеча-

Таблица 3

Сравнительный анализ ранних послеоперационных осложнений

Показатель	Группа 1 (n=26)	Группа 2 (n=96)	Группа 3 (n=154)	P
Осложнения места доступа, n (%)	1 (3,8)	9 (9,4)	11 (7,1)	0,6074
имбиция мягких тканей в месте доступа, n (%)	1 (3,8)	7 (7,3)	6 (3,9)	0,4710
пристеночный венозный тромбоз, n (%)	–	1 (1,0)	2 (1,3)	0,8387
артериовенозное соустье, n (%)	–	1 (1,0)	1 (0,6)	0,8453
пульсирующая гематома в месте доступа, n (%)	–	–	2 (1,3)	0,4503
Нарушение ритма сердца: наджелудочковая тахикардия, n (%)	1 (3,8)	2 (2,1)	4 (2,6)	0,8770
Транзиторная ишемическая атака, n (%)	–	–	1 (0,6)	0,6720

Таблица 4

Сравнительный анализ отдаленных результатов эндоваскулярного закрытия ООС по данным ЧПЭхоКГ

Показатель	Группа 1 (n=26)	Группа 2 (n=96)	Группа 3 (n=154)	P
<i>Через 1 мес наблюдения</i>				
Явка на визит	24 (92,3)	86 (89,6)	130 (84,4)	0,3470
Вновь зарегистрированная ФП	–	4 (4,7)	2 (1,5)	0,2574
Наличие остаточного ВСШ по данным ЧПЭхоКГ с пузырьковой пробой	2 (8,3)	11 (12,8)	24 (18,5)	0,3162
<i>Через 6 мес наблюдения</i>				
Явка на визит	11 (42,3)	46 (47,9)	90 (58,4)	0,1343
Вновь зарегистрированная ФП	–	2 (4,3)	4 (4,4)	0,7743
Наличие остаточного ВСШ по данным ЧПЭхоКГ с пузырьковой пробой	–	1 (2,2)	8 (8,9)	0,2003
<i>Через 12 мес наблюдения</i>				
Явка на визит	16 (61,5)	60 (62,5)	97 (63,0)	0,9891
Вновь зарегистрированная ФП	–	1 (1,7)	1 (1,0)	0,8487
Наличие остаточного ВСШ по данным ЧПЭхоКГ с пузырьковой пробой	–	1 (1,7)	2 (2,1)	0,8449

лись во 2-й группе пациентов. В то время как пристеночный тромбоз, пульсирующая гематома, а также рецидив ТИА чаще фиксировались в 3-й группе, нарушение ритма сердца – в 1-й группе, без достоверных различий между группами ($p > 0,05$).

При динамическом наблюдении пациентов через 1, 6 и 12 мес после вмешательства на ЭКГ в ряде случаев была диагностирована ФП, а по данным ЧПЭхоКГ – остаточный ВСШ. Сравнительный анализ между тремя группами пациентов представлен в таблице 4.

Через 1, 6 и 12 мес наблюдения вновь зарегистрированная ФП чаще диагностировалась во 2-й группе пациентов. При этом наличие остаточного шунта, по данным ЧПЭхоКГ с пузырьковой пробой, через 1, 6 и 12 мес наблюдения чаще диагностировалось у пациентов из 3-й группы. Статистических различий между группами отмечено не было ($p > 0,05$).

Также через 33,40 [18,82; 47,65] мес был проведен телефонный опрос пациентов исследуемой выборки. Дозвониться удалось до 23 (88,5%) пациентов 1-й группы, 88 (91,7%) пациентов 2-й группы и 147 (95,5%) пациентов 3-й группы. Летального исхода не было отмечено ни в одной из групп. Со слов пациентов, инсульт после установки окклюдера зафиксирован в 2 (1,4%) случаях в 3-й группе, а ТИА – в 1 (0,7%) случае также в 3-й группе.

Обсуждение

Открытое овальное окно – нередкая патология, которая подлежит коррекции при наличии осложнений со стороны сердечно-сосудистой, нервной и других систем организма. ТИА и криптогенный инсульт являются довольно серьезным осложнением ООО и встречаются в 40–56% случаев [9]. Таким пациентам показано оперативное лечение – эндоваскулярное закрытие ООО с целью профилактики дальнейших тромбоэмболических последствий [13–16]. Для оценки взаимосвязи между наличием внутрисердечной патологии и криптогенного инсульта используют шкалы ROPE и AF-ROPE [2, 20]. Последний метод более информативен в связи с тем, что он дополнительно учитывает анатомические особенности МПП благодаря включению в ее оценку визуализирующего метода, а не только данных анамнеза пациента [20].

Сама операция по закрытию ООО благодаря эндоваскулярному доступу в настоящее

время характеризуется низкой частотой осложнений и высоким процентом успеха. Эффективность этого вмешательства, по данным литературных источников, достигает 99% [21, 22]. В нашем исследовании процент успешного закрытия ООО в общей выборке составил 99,6%, что соответствует данным литературы. Однако остаточный ВСШ в послеоперационном периоде был диагностирован в 17,0% случаев, чаще – в группах среднего и высокого риска по шкале AF-ROPE.

Перед операцией в обязательном порядке всем пациентам проводилась оценка состояния МПП с использованием ЧПЭхоКГ. Примечательно, что какие-либо изменения анатомии МПП, например наличие аневризмы или длинного тоннеля ООО, наиболее часто встречались в группе пациентов высокого риска с медианой по шкале AF-ROPE 13,00 [11,00; 14,00] балла – 88,3 и 90,3% соответственно. В этой же группе пациентов отмечался наибольший процент случаев, при которых не удалось закрыть ООО – 0,7%, однако статистически значимых различий с группами более низкого риска отмечено не было ($p = 0,6720$). Также высокий балл по шкале AF-ROPE в данном исследовании был ассоциирован со сложностями выполнения операционного вмешательства – дополнительная пункция МПП потребовалась в 2,1% случаев у пациентов с медианой баллов 9,00 [9,00; 10,00] и в 1,9% случаев у пациентов с медианой баллов 13,00 [11,00; 14,00], тогда как в группе с низким риском по шкале AF-ROPE данная манипуляция не проводилась. Интраоперационные осложнения, непосредственно связанные с самой процедурой закрытия ООО, чаще отмечались в группе пациентов со средним риском по шкале AF-ROPE, в этой же группе был диагностирован гемоперикард в 2,1% случаев.

Ранее не проводилось сравнительных исследований эффективности закрытия ООО у пациентов с ТИА или криптогенным инсультом с учетом баллов по шкале риска AF-ROPE. Такой метод дополнительной оценки пациентов может помочь при определении прогноза эффективности оперативного лечения. В нашем исследовании наибольшая частота послеоперационных осложнений, рецидив ТИА или повторный инсульт чаще встречались в группе пациентов с высоким риском по шкале AF-ROPE – в 0,6 и 1,3% случаев соответственно. Таким пациентам показан индивиду-

альный подход в плане назначения двойной антиагрегантной терапии или же рекомендуется рассмотреть возможность прекращения антикоагулянтной терапии в послеоперационном периоде. Однако для этого необходимо проведение дополнительных исследований.

Заключение

Открытое овальное окно может служить потенциальным этиологическим фактором криптогенных инсультов и эпизодов ТИА. ЧПЭхоКГ с оценкой анатомии МПП и пузырьковой пробой должна быть включена в рутинное обследование таких пациентов. Эндovasкулярное закрытие ООО снижает число повторных мозговых ишемических событий.

Анатомические особенности МПП и высокие показатели по шкале AF-ROPE у пациентов с перенесенным инсультом и ТИА в анамнезе статистически не влияют на развитие интра- и послеоперационных осложнений, а также эффективность закрытия ООО в течение 12 мес наблюдения. Однако данные факторы могут быть связаны с трудностями прохождения через ООО во время операции, – в таком случае может понадобиться дополнительная пункция МПП.

Литература/References

- Miranda B., Fonseca A.C., Ferro J.M. Patent foramen ovale and stroke. *J. Neurol.* 2018; 265: 1943–1949. DOI: 10.1007/s00415-018-8865-0
- Koutroulou I., Tsvigoulis G., Tsalikakis D., Karacostas D., Grigoriadis N., Karapanayiotides T. Epidemiology of patent foramen ovale in general population and in stroke patients: a narrative review. *Front. Neurol.* 2020; 11: 281. DOI: 10.3389/fneur.2020.00281
- Ukponmwan E.U., Banga S., Kim A.G., Qintar M., Abela G. Cryptogenic stroke caused by a newly diagnosed patent foramen ovale in a healthy young adult. *Cureus.* 2023; 15 (10): e46895. DOI: 10.7759/cureus.46895
- Homma S., Sacco R.L. Patent foramen ovale and stroke. *Circulation.* 2005; 112: 1063–1072. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.524371
- Soliman O.I., Geleijnse M.L., Meijboom F.J., Nemes A., Kamp O., Nihoyannopoulos P. et al. The use of contrast echocardiography for the detection of cardiac shunts. *Eur. J. Echocardiogr.* 2007; 8 (3): 2–12. DOI: 10.1016/j.euje.2007.03.006
- Hayek A., Rioufol G., Bochaton T., Rossi R., Mewton N., Paccaletet A. et al. Prognosis after percutaneous foramen ovale closure among patients with platypnea-orthodeoxia syndrome. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 78 (18): 1844–1846. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.08.050
- Eicher J.C., Bonniaud P., Baudouin N., Petit A., Bertaux G., Donal E. et al. Hypoxaemia associated with an enlarged aortic root: a new syndrome? *Heart.* 2005; 91 (8): 1030–1035. DOI: 10.1136/hrt.2003.027839
- Giblett J.P., Abdul-Samad O., Shapiro L.M., Rana B.S., Calvert P.A. Patent foramen ovale closure in 2019. *Interv. Cardiol.* 2019; 14: 34–41. DOI: 10.15420/icr.2018.33.2
- Šunde D., Ljevak J., Ozretić D., Perić I., Blažević N., Poljakovic Z. Young stroke patient with patent foramen ovale and intracranial stenosis – a case report. *SAGE Open. Med. Case Rep.* 2023; 11: 2050313X231187677. DOI: 10.1177/2050313X231187677
- Overell J.R., Bone L., Lees K.R. Interatrial septal abnormalities and stroke: a meta-analysis of case-control studies. *Neurology.* 2000; 55 (8): 1172–1179.
- Mazzucco S., Li L., Binney L., Binney L., Rothwell P.M. Prevalence of patent foramen ovale in cryptogenic transient ischaemic attack and non-disabling stroke at older ages: a population-based study, systematic review, and meta-analysis. *Lancet Neurol.* 2018; 17 (7): 609–617.
- Mojadidi M.K., Zaman M.O., Elgendy I.Y., Mahmoud A.N., Patel N.K., Agarwal N. et al. Cryptogenic stroke and patent foramen ovale. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 71: 1035–1043. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.12.059
- Saver J.L., Carroll J.D., Thaler D.E., Smalling R.W., MacDonald L.A., Marks D.S., Tirschwell D.L. Long-term outcomes of patent foramen ovale closure or medical therapy after stroke. *N. Engl. J. Med.* 2017; 377: 1022–1032. DOI: 10.1056/NEJMoa1610057
- Abdelaziz H.K., Saad M., Abuomara H.Z., Nairooz R., Pothineni N.V., Madmani M.E. et al. Long-term outcomes of patent foramen ovale closure or medical therapy after cryptogenic stroke: a meta-analysis of randomized trials. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2018; 92: 176–186. DOI: 10.1002/ccd.27636
- Carroll J.D., Saver J.L., Thaler D.E., Smalling R.W., Berry S., MacDonald L.A. et al. Closure of patent foramen ovale versus medical therapy after cryptogenic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368: 1092–1100. DOI: 10.1056/NEJMoa1301440
- Sá M.P., Oliveira Neto L.A., Nascimento G.C., Silva Vieira E.E., Martins G.L., Rodrigues K.C. et al. Closure of patent foramen ovale versus medical therapy after cryptogenic stroke: meta-analysis of five randomized controlled trials with 3440 patients. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2018; 33: 89–98. DOI: 10.21470/1678-9741-2018-0020
- Søndergaard L., Kasner S.E., Rhodes J.F., Massardier E., Hosseini H., Mechtouff L. et al. Patent foramen ovale closure or anticoagulation for cryptogenic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2017; 377: 1033–1042. DOI: 10.1056/NEJMoa1707404
- Mas J.L., Derumeaux G., Guillon B., Massardier E., Hosseini H., Mechtouff L. et al. Patent foramen ovale closure or anticoagulation vs. antiplatelets after stroke. *N. Engl. J. Med.* 2017; 377: 1011–1021. DOI: 10.1056/NEJMoa1705915
- Kent D.M., Ruthazer R., Weimar C., Mas J.-L., Serena J., Homma S. et al. An index to identify stroke-related vs incidental patent foramen ovale in cryptogenic stroke. *Neurology.* 2013; 81: 619–625. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182a08d59
- Goldmund D. AF-ROPE SCORE. Anatomical-functional risk of paradoxical embolism score. 2023. Available at: <https://www.stroke-manual.com/af-rope-score/> (accessed 28 August, 2024)
- Windecker S., Wahl A., Chatterjee T., Garachemani A., Eberli F.R., Seiler C. et al. Percutaneous closure of patent foramen ovale in patients with paradoxical embolism: long-term risk of recurrent thromboembolic events. *Circulation.* 2000; 101 (8): 893–898. DOI: 10.1161/01.cir.101.8.893
- Hornung M., Bertog S.C., Franke J., Id D., Taaffe M., Wunderlich N. et al. Long-term results of a randomized trial comparing three different devices for percutaneous closure of a patent foramen ovale. *Eur. Heart.* 2013; 34: 3362–3369. DOI: 10.1093/eurheartj/eh283

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.126.52-089.819.1

Персонафицированное физическое трехмерное моделирование при сложном транскатетерном эндоваскулярном протезировании аортального клапана

И.П. Парфенов^{1,2}, М.В. Струценко^{1,2}✉, П.А. Болотов¹, Д.А. Крайников¹, Р.Л. Логвиненко¹, В.Д. Полянский¹, Н.А. Силин¹, А.А. Бобылев¹, С.А. Абугов²

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.В. Вересаева Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

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

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

✉ **Струценко Михаил Валерьевич**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, ассистент кафедры; 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

Крайников Дмитрий Андреевич, канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0000-0001-5796-0393

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

Силин Николай Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0007-2312-7134

Бобылев Алексей Александрович, канд. мед. наук, заместитель главного врача; orcid.org/0000-0002-1741-9284

Абугов Сергей Александрович, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Резюме

Цель исследования – изучение эффективности персонафицированного трехмерного моделирования кардиоаортального комплекса и предоперационной тестовой имплантации клапана Evolut PRO у пациентов со сложными анатомическими вариантами аортального стеноза (АС).

Материал и методы. Проведен сравнительный анализ результатов применения методики трехмерного моделирования процедур транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК) при сложной анатомии аорты. В исследование включены 60 пациентов. У 30 больных выполнено предварительное моделирование операции на базе разработанной технологии персонафицированной трехмерной печати кардиоаортального комплекса. Контрольную группу составили 30 пациентов, у которых процедура ТИАК проведена по стандартному протоколу, без предварительного моделирования. Сложная анатомия включала следующие факторы: горизонтальная аорта с ангуляцией $\geq 50^\circ$, расширение восходящей аорты более 40 мм, неблагоприятная и низкая (≤ 10 мм) локализация устьев коронарных артерий, двухстворчатый клапан, массивный кальциноз клапанного кольца AVC более 1500 AU, а также их сочетание.

Эффективность и безопасность методики оценивали в соответствии с целевыми параметрами оптимальной имплантации и критериями VARC-2: сосудистые осложнения, кровотечение, ишемический инсульт / транзиторные ишемические атаки, смерть в течение 30 дней после ТИАК.

Результаты. Средний и максимальный градиент давления на аортальном клапане (АК) в группах пациентов с моделированием и без него статистически достоверно достигли оптимальных значений в динамике, без существенных различий между группами. Эффективная площадь отверстия АК увеличилась без статистически значимых различий показателя между группами. Положительная динамика восстановления составила 100% в группе моделирования и 86,6% – без моделирования. Слабоположительная динамика отмечена у 16,6% пациентов группы сравнения. Средняя длительность оперативного вмешательства в группе эндоваскулярного протезирования АК с моделированием была статистически достоверно меньше, чем в группе сравнения. Благоприятный прогноз был в 100% случаев в группе моделирования и в 90% (27 случаев) в группе без моделирования. Госпитальная и 30-дневная летальность после ТИАК с моделированием отсутствовала, тогда как в группе сравнения этот показатель был на уровне 3,3%.

Заключение. В исследованных группах статистически значимых различий в ранних клинических исходах ТИАК, выполняемых при сложной анатомии, не получено. Профиль безопасности и параметры улучшения клапанной гемодинамики в группе стандартного планирования и в группе с дополнительным тестовым моделированием имплантации клапана на физической 3D-модели аорты пациента также достоверно не отличались. Выявлено достоверное сокращение общей продолжительности операции, времени доставки и раскрытия клапана, количества попыток позиционирования и неоднократного перепозиционирования клапана для достижения оптимальной глубины имплантации, а также снижения частоты имплантации постоянного электрокардиостимулятора. Полученные результаты свидетельствуют о полезности и эффективности применения методики предварительного персонализированного моделирования этапов ТИАК в сложных случаях неблагоприятной анатомии.

Ключевые слова: аортальный стеноз, трехмерное моделирование, 3D-печать, кардиоаортальный комплекс, транскатетерная замена, транскатетерная имплантация, ишемический инсульт, эндоваскулярное вмешательство

Для цитирования: Парфенов И.П., Струценко М.В., Болотов П.А., Крайников Д.А., Логвиненко Р.Л., Полянский В.Д., Силин Н.А., Бобылев А.А., Аbugov С.А. Персонализированное физическое трехмерное моделирование при сложном транскатетерном эндоваскулярном протезировании аортального клапана. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 462–475. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-462-475

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 15.10.2024

Принята к печати 21.11.2024

Personalized physical three-dimensional modeling in complex transcatheter endovascular aortic valve prosthesis

I.P. Parfenov^{1,2}, M.V. Strutsenko^{1,2}✉, P.A. Bolotov¹, D.A. Krainikov¹, R.L. Logvinenko¹, V.D. Polyanskiy¹, N.A. Silin¹, A.A. Bobylev¹, S.A. Abugov²

¹ City Clinical Hospital named after V.V. Veresaev, Moscow, Russian Federation

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

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

✉ **Mikhail V. Strutsenko**, Cand. Med. Sci., Head of Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment, Assistant Professor; 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

Dmitriy A. Krainikov, Cand. Med. Sci., Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5796-0393

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

Nikolay A. Silin, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0007-2312-7134

Aleksey A. Bobylev, Cand. Med. Sci., Deputy Chief Physician; orcid.org/0000-0002-1741-9284

Sergey A. Abugov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of RAS, Head of the Chair of X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-7636-4044

Abstract

Objective. To investigate the effectiveness of personalized three-dimensional modeling of the cardio-aortic complex and preoperative test implantation of the Evolut PRO valve in patients with complex anatomical variants of aortic stenosis (AS).

Material and methods. A comparative analysis of the results of three-dimensional modeling of transcatheter aortic valve implantation (TAVI) was carried out in case of complex aortic anatomy. 60 patients were included in the study. 30 patients underwent preliminary modeling of the operation on the basis of the developed technology of personalized three-dimensional printing of the cardio-aortic complex. Control group – 30 patients in whom the TAVI procedure was performed according to the standard protocol without preliminary modeling. Complex anatomy included the following factors: horizontal aorta $\geq 50^\circ$, ascending aorta dilatation > 40 mm, unfavorable and low (< 10 mm) localization of coronary artery orifices, bicuspid valve, massive calcinosis of the valve ring AVC > 1500 AU, as well as their combinations.

The efficacy and safety of the technique were evaluated according to the target parameters of optimal implantation and VARC-2 criteria: vascular complications, bleeding, ischemic stroke / transient ischemic attacks, and death within 30 days after TAVI.

Results. Mean and maximum pressure gradient on the aortic valve (AV), in the group of patients with modeling and in the group without modeling statistically reliably reached optimal values in dynamics without significant differences between the groups. The effective orifice area of the AV increased without statistically significant differences of the index between the groups. Positive dynamics of recovery was 100% in the modeling group and 86.6% without modeling, respectively. Slowly positive dynamics was noted in 16.6% of patients in the comparison group. The

mean duration of operative intervention in the TAVI group with modeling was statistically significantly shorter than in the comparison group. Favorable prognosis was in 100% of cases in the modeling group and in 90% (27 cases) in the group without modeling. There was no hospital and 30-day mortality after TAVI with modeling, whereas in the comparison group this indicator was at the level of 3.3%.

Conclusion. No statistically significant differences in early clinical outcomes of TAVI performed in complex anatomy were obtained in the studied groups. The safety profile and parameters of valve hemodynamics improvement in the group of standard planning and in the group with additional test modeling of valve implantation on a physical 3D model of the patient's aorta also did not differ significantly. Significant reductions in total operative time, valve delivery and opening time, the number of attempts to position and repeatedly reposition the valve to achieve optimal implantation depth, and a reduction in the frequency of permanent pacemaker implantation were found. The obtained results demonstrate the usefulness and effectiveness of the technique of preliminary personalized modeling of TAVI stages in complex cases of unfavorable anatomy.

Keywords: aortic stenosis, 3D modeling, 3D printing, cardio-aortic complex, transcatheter replacement, TAVI, ischemic stroke, endovascular intervention

For citation: Parfenov I.P., Strutsenko M.V., Bolotov P.A., Kravnikov D.A., Logvinenko R.L., Polyanskiy V.D., Silin N.A., Bobylev A.A., Abugov S.A. Personalized physical three-dimensional modeling in complex transcatheter endovascular aortic valve prosthesis. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 462–475. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-462-475

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

Received October 15, 2024
Accepted November 21, 2024

Введение

Аортальный стеноз (АС) – сужение отверстия аорты за счет срачивания створок ее клапана, препятствующее нормальному току крови из левого желудочка в аорту, является одним из самых распространенных и серьезных заболеваний клапанов сердца и составляет 25% от всех клапанных пороков [1]. По частоте встречаемости в общей структуре заболеваний системы кровообращения АС занимает третье место после ишемической болезни сердца и артериальной гипертензии [1]. Распространенность умеренного и тяжелого стеноза аортального клапана (АК) увеличивается с возрастом: по некоторым данным, он поражает 0,02% людей в возрасте от 18 до 44 лет и 2% людей старше 65 лет [2].

Наиболее распространенной причиной АС у мужчин старше 65 лет и женщин старше 75 лет является дегенеративная кальцификация на АК, что приводит к его сужению. Распространенность тяжелого стеноза аортального клапана у людей старше 75 лет составляет 3,4%, при этом 3/4 случаев – симптомные. У молодых пациентов это обычно происходит из-за врожденного двухстворчатого АК (наследственное заболевание, при котором аортальный клапан имеет две створки вместо обычных трех) [3]. Тяжелый симптомный стеноз АК связан с плохим прогнозом: без замены аортального клапана предполагаемая продолжительность жизни составляет

менее 5 лет, более половины пациентов умирают в течение 2–3 лет после появления симптомов [4].

Основным методом хирургического лечения АС является открытое протезирование – замена клапана биологическим или механическим протезом со стернотомией и транскатетерной имплантацией аортального клапана (ТИАК) (Transcatheter Aortic Valve Implantation – TAVI) [5]. Развитие эндоваскулярных технологий транскатетерной доставки и имплантации АК в значительной мере расширяет показания и открывает возможности для оказания помощи как пожилым пациентам с высоким хирургическим риском, так и молодым пациентам, избегающим открытой хирургии. За последние годы было опубликовано значительное количество рандомизированных клинических исследований, демонстрирующих благоприятные результаты ТИАК [6–9]. Улучшение качества жизни и выживаемости получено при использовании как биологических клапанов на саморасширяющихся нитиноловых платформах, так и баллонорасширяемых кобальтохромовых систем [10]. Тем не менее эти оптимистичные данные могут не распространяться на значительную часть пациентов, имеющих сложную анатомию корня аорты и зоны имплантации, которая может приводить к субоптимальным результатам ТИАК, интраоперационным осложнениям и неблагоприятному исходу операции [11].

Согласно литературным данным, к сложным анатомическим вариантам, достоверно ухудшающим условия выполнения операции ТИАК, относятся:

1. Горизонтальная конфигурация аорты – анатомический вариант, когда угол между осью аортального кольца и горизонтальной осью превышает 48° [12], что оказывает достоверное отрицательное влияние на точность позиционирования, предсказуемость и качество ТИАК. По мнению большинства авторов, это связано с неустойчивостью системы доставки, сложностью коаксиального выравнивания и точного определения глубины имплантации. В случаях экстремальных вариантов горизонтальной аорты с ангуляцией $\geq 70^\circ$ требуется принятие сложных командных решений как на этапе планирования, так и в ходе самой процедуры.

2. Аневризматическое расширение восходящей аорты. Расширение аорты более 40 мм в диаметре достаточно часто встречающаяся патология при аортальном стенозе (более 24% случаев у пациентов с трехстворчатым и 52% – с двухстворчатым клапаном [13]), которая также ассоциируется с субоптимальным результатом имплантации, осложнениями и худшим отдаленным результатом [14].

3. Двухстворчатый АК – самая частая причина изолированного аортального стеноза в возрастной группе 50–70 лет и независимый фактор риска ТИАК [15]. Вмешательство на двухстворчатом клапане сопряжено с риском разрыва аортального кольца, диссекции аорты, дислокации протеза, асимметричности открытия и дисфункции клапанных створок, а также значимой паравальвулярной регургитации [16, 17].

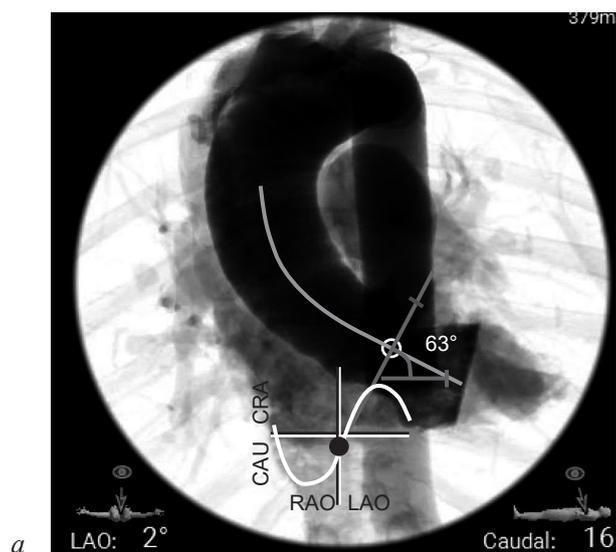
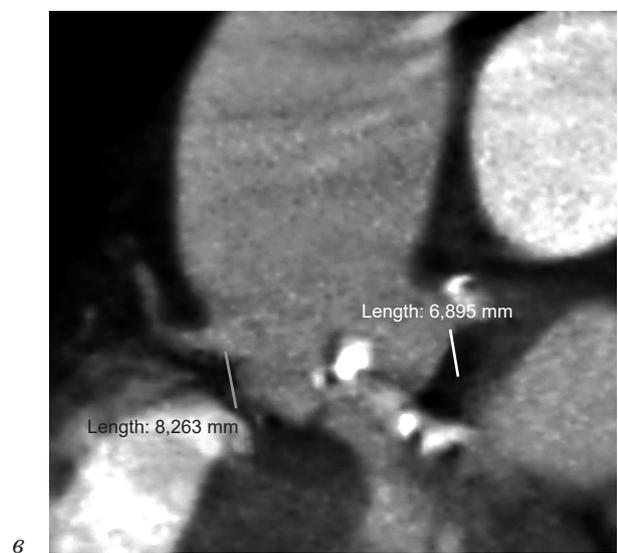


Рис. 1. Данные МСКТ у пациента с критическим аортальным стенозом. Сочетание факторов сложной анатомии:

а – горизонтальная конфигурация аорты в сочетании с дилатацией восходящего отдела; *б, в* – низкое расположение устьев правой и левой коронарных артерий в сочетании с массивным узловым кальцинозом клапана



4. Низкое и вариативное отхождение коронарных артерий является серьезной клинической проблемой. Поскольку распространенность сопутствующей ИБС среди больных с тяжелым аортальным стенозом высока и варьирует в пределах 40–75%, при определенных условиях ТИАК может быть причиной миокардиальной ишемии вследствие дополнительной коронарной обструкции, механической компрессии, а также может затруднять последующий доступ к коронарным артериям [12, 16].

5. Массивный, асимметричный и узловый кальциноз створок клапана и аортального кольца – один из главных технических вызовов при имплантации всех клапанных систем. Проблемы оптимизации позиции и раскрытия клапана в кальцинозе дополняются риском

разрыва, фрагментации и эмболии, перипротезной регургитации, тяжелых нарушений проводимости, требующих имплантации постоянного водителя ритма, а также нарушениями клапанной гемодинамики и снижением функционального ресурса эндопротеза.

Особые опасения и сложности вызывает наличие у пациентов широкого сочетания неблагоприятных анатомических факторов (рис. 1, 2). Перспективным с точки зрения преодоления существующих проблем ТИАК является применение дополнительных протоколов планирования – тестовой имплантации клапана с использованием персонифицированных физических 3D-моделей кардиоаортального комплекса, позволяющих *ex vivo* воспроизвести все этапы ТИАК с учетом конкретной анатомии.

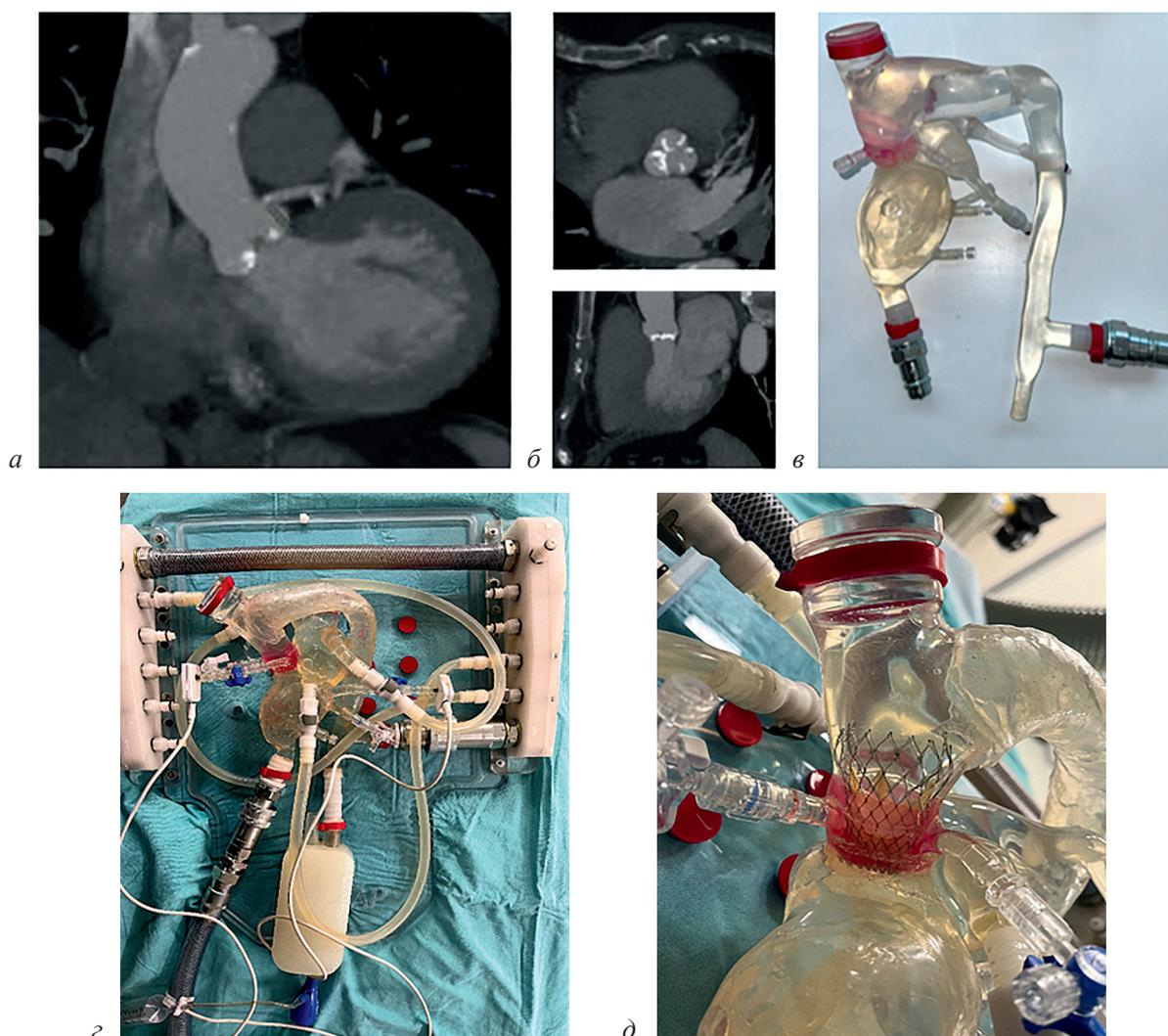


Рис. 2. Технические этапы трехмерного физического моделирования:

a, б – выполнение МСКТ высокого разрешения; *в* – 3D-печать и изготовление модели корня аорты с клапаном, депозитами кальция, магистральными и коронарными артериями, двухкамерной моделью левого желудочка, коннекторами; *г* – коммутация силиконового кардиоаортального комплекса с потоковыми насосами, его позиционирование и крепление на площадке модели; *д* – имплантация клапана Evolute PRO в модель пациента

Цель настоящего исследования – изучение клинической эффективности и влияния на технические результаты предоперационной тестовой имплантации клапана Evolut PRO на основе разработанного нами персонафицированного трехмерного моделирования кардиоаортального комплекса у пациентов со сложными анатомическими вариантами аортального стеноза.

Материал и методы

Проведен сравнительный анализ результатов клинического применения методики трехмерного моделирования процедур ТИАК. В рамках запланированного исследования на основании комплексного обследования, включавшего мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ), было отобрано 70 пациентов со сложным аортальным стенозом, которых распределили на две группы: экспериментальную – ТИАК с моделированием (n=35) и контрольную – ТИАК без моделирования (n=35).

Сложные анатомические поражения включали следующие варианты: горизонтальная аорта (ангуляция оси клапанного кольца по отношению к горизонтальной оси $\geq 50^\circ$), расширение/аневризма восходящей аорты более 40 мм, неблагоприятная локализация устьев коронарных артерий (низкое расположение устья ≤ 10 мм от клапанного кольца и/или в зоне потенциальной компрессии, тангенциальный ход ортоустьевого сегмента), двухстворчатый

АК, массивный кальциноз клапанного кольца (AVC > 1500 AU) с выраженной асимметрией кальциевых депозитов, а также их сочетания.

В ходе предоперационного обследования и виртуального планирования 1 пациент из группы контроля был перенаправлен на хирургическое протезирование, 4 пациентам было принято решение выполнить 3D-моделирование ТИАК для определения дальнейшей тактики. В экспериментальной группе (ТИАК с моделированием) после выполнения тестовой имплантации клапана (n=39) у 7 пациентов было принято решение о конверсии на баллонорасширяемый клапан MyVal, в 2 случаях – на Accurate NEO (рис. 3).

В дальнейшее исследование включены 60 пациентов, отобранных на ТИАК с имплантацией клапана Evolut PRO. В группу исследования вошли 30 больных, которым было выполнено предварительное моделирование операции на базе разработанной технологии персонафицированной трехмерной печати кардиоаортального комплекса. Контрольную группу составили 30 пациентов, у которых выполнение расчетов и планирование процедуры ТИАК проводилось только виртуально, на основании данных рентгеноконтрастной МСКТ-ангиографии, по стандартизированному протоколу, без предоперационного 3D-моделирования. Проведен сравнительный анализ результатов клинического применения методики трехмерного моделирования процедур ТИАК. Эффективность и безопасность

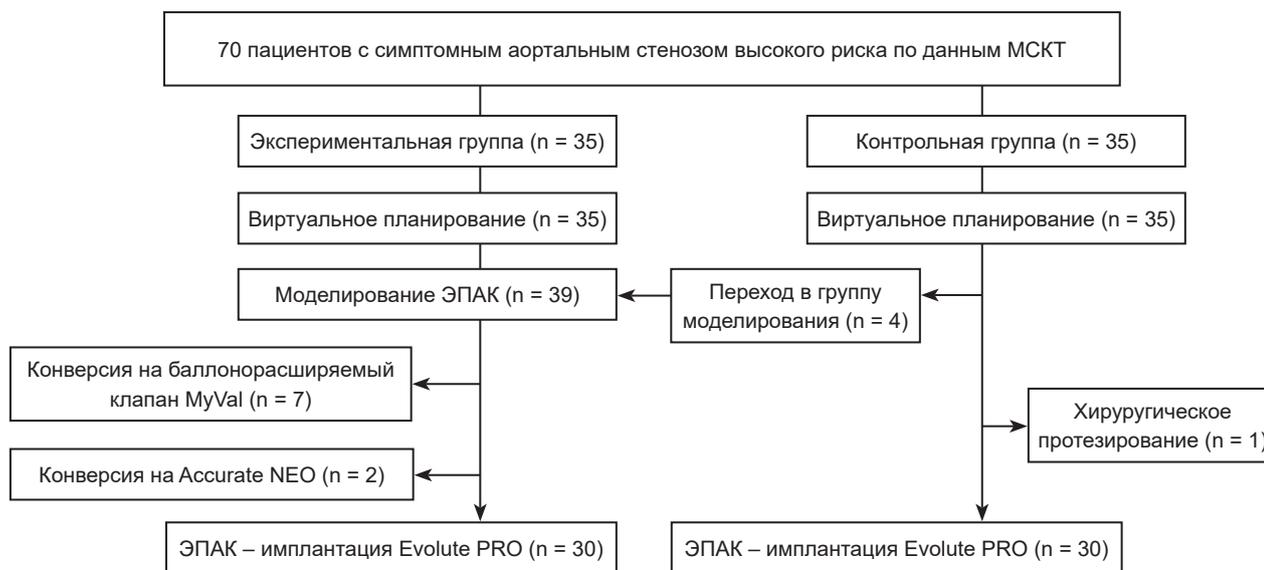


Рис. 3. Распределение потоков пациентов в ходе исследования с учетом конверсии на другой тип клапана и перехода в экспериментальную группу (ЭПАК с моделированием)

ТИАК в обеих группах оценивали в соответствии с целевыми гемодинамическими показателями оптимальной имплантации по данным динамической эхокардиографии и клиническими параметрами, а также критериями VARC-2: сосудистые осложнения, кровотечение, ишемический инсульт / транзиторные ишемические атаки (ТИА), смерть в течение 30 дней после ТИАК.

Тестовая имплантация клапана проводилась с использованием разработанной нами технологии персонализированного изготовления трехмерных силиконовых потоковых моделей кардиоаортального комплекса пациента с использованием 3D-печати высокого разрешения (патент № 225678) (рис. 4). Тех-

нические этапы процесса реконструкции и моделирования ЭПАК включали:

1) выполнение МСКТ высокого разрешения, компьютерную обработку DICOM данных с созданием виртуального образа, готового для 3D-печати;

2) печать силиконовой модели корня аорты с клапаном, депозитами кальция, магистральными и коронарными артериями, двухкамерной моделью левого желудочка, а также коннекторами, трубками и клапанами ввода жидкости и коммутации с потоковым насосом; кардиомодель пропитывалась рентгеноконтрастным композитом, внедрялись маркерные линии разметки области имплантации (рис. 5);

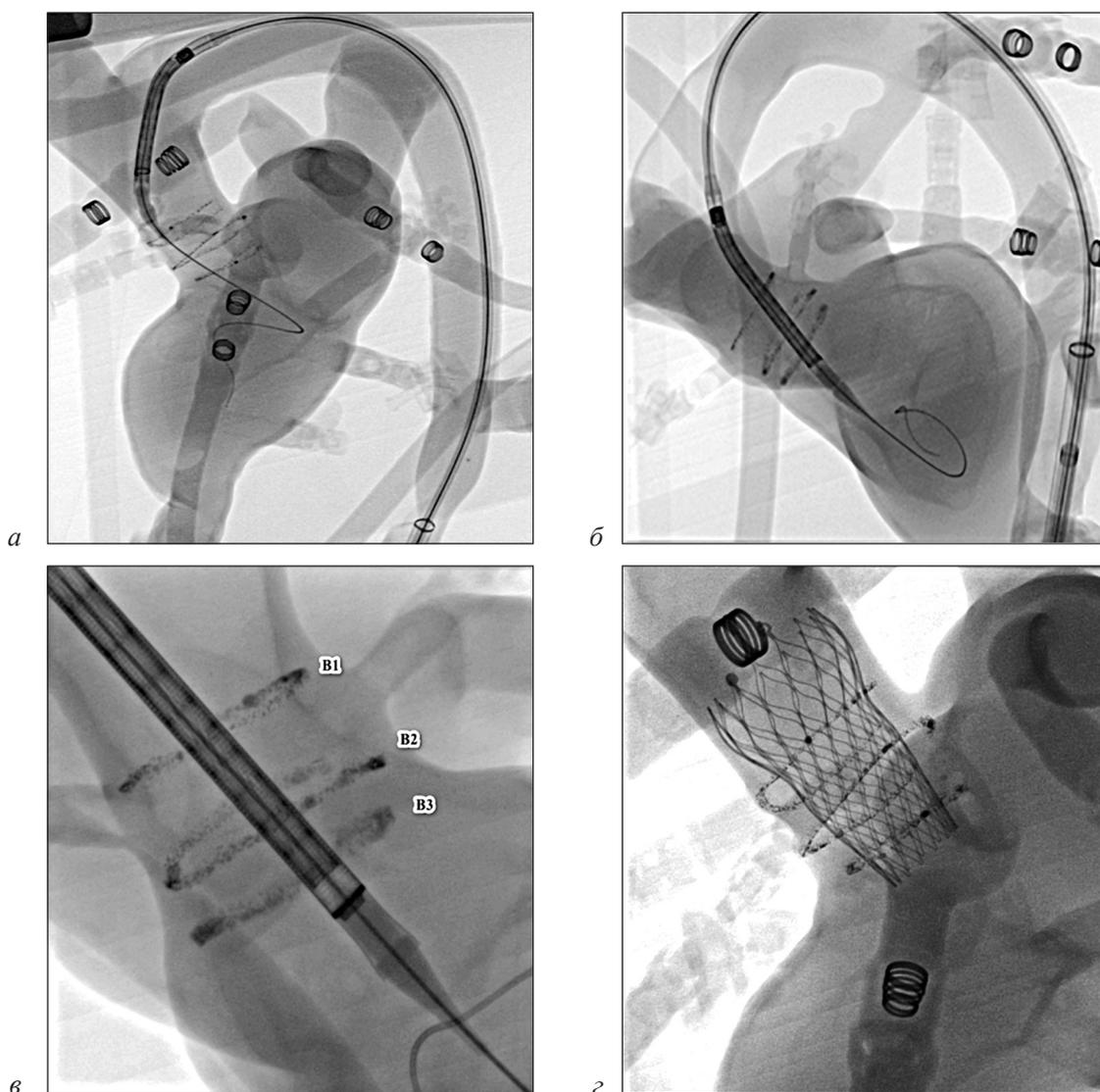


Рис. 4. Этапы моделирования ЭПАК под флюороскопическим контролем:

а – траектория доставки системы; *б* – позиционирование клапана; *в* – финальное позиционирование и выравнивание; интегрированные рентгеноконтрастные метки: В1 – синотубулярное сочленение, В2 – синус Вальсальвы с устьями коронарных артерий, В3 – аортальное кольцо (аортовентрикулярное сочленение); *г* – оценка раскрытия и позиции клапана

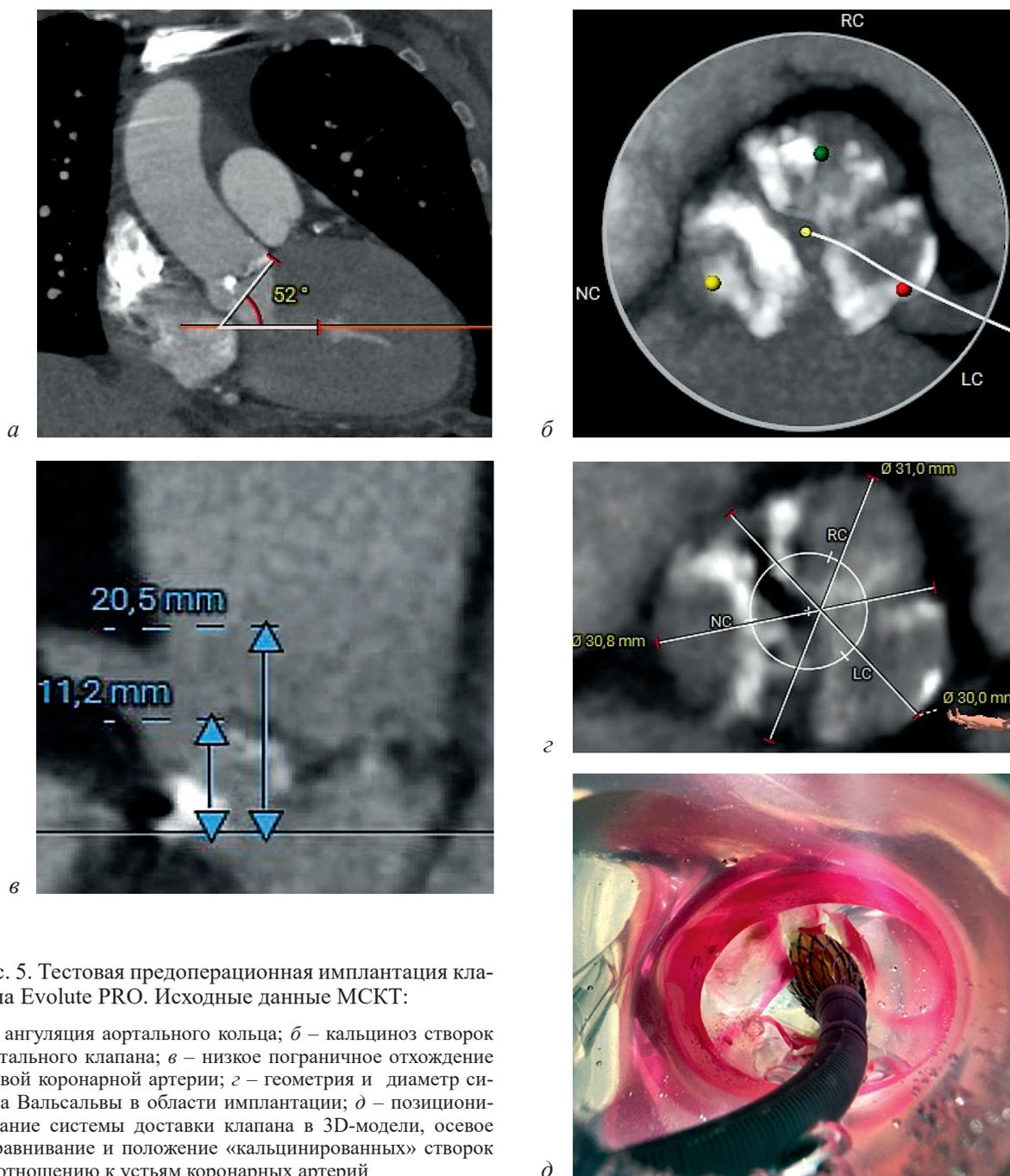


Рис. 5. Тестовая предоперационная имплантация клапана Evolute PRO. Исходные данные МСКТ:

а – ангуляция аортального кольца; *б* – кальциноз створок аортального клапана; *в* – низкое пограничное отхождение правой коронарной артерии; *г* – геометрия и диаметр синуса Вальсальвы в области имплантации; *д* – позиционирование системы доставки клапана в 3D-модели, осевое выравнивание и положение «кальцинированных» створок по отношению к устьям коронарных артерий

3) коммутация силиконового кардиоаортального комплекса с потоковыми насосами, его позиционирование и крепление на площадке модели в соответствии с трехмерными пространственными координатами;

4) воспроизведение этапов ТИАК (проведение, позиционирование и имплантация клапана) на функционирующем потоковом фантоме под прямым многопроеctionным визуальным контролем, а также в сочетании с флюороскопией на ангиографическом комплексе Philips.

Статистический анализ. Полученные данные обработаны с помощью программного

обеспечения операционной системы Windows 11 в приложениях Microsoft Excel 2021 и SPSS Statistics 23. Подавляющее большинство переменных имели распределение, отличное от нормального; сравнительная оценка групп проводилась с применением непараметрических методов. Категориальные переменные с конкретным признаком оценивались как процент (%) и абсолютные показатели (n). Непрерывные переменные представлены медианой (Me) и квартилями [межквартильный интервал]. Различия между группами по качественному признаку оценивали с помощью

критерия χ^2 , по количественному признаку – с помощью U-критерия Манна–Уитни. Для оценки динамики в каждой группе применен Z-тест Вилкоксона. Для оценки достоверности в доказательствах применяли метод GRADE (также известный как качество доказательств или оценки достоверности результатов), который классифицирует качество доказательств по четырем уровням – высокий, средний, низкий и очень низкий.

Результаты

Клинические данные, исходные и послеоперационные характеристики клапанной ге-

модинамики, а также клинические результаты лечения пациентов обобщены и представлены в таблице.

Пациенты основной и контрольной групп были представлены в большей степени больными женского пола (60 и 66,7% соответственно) в возрасте 76–87 лет с выраженной симптоматикой. Группы сравнения были сопоставимы по возрастным показателям, половому распределению и коморбидности. Анатомические факторы риска, по данным МСКТ, распределялись следующим образом: горизонтальная конфигурация аорты с ангуляцией более 50° – 18 (60%) случаев в экспери-

Клинические данные, характеристики клапанной гемодинамики и результаты ТИАК в исследуемых группах пациентов

Параметры	ЭПАК с моделированием (n = 30)	ЭПАК без моделирования (n = 30)	P
Средний возраст, лет	76 [72–81]	77 [69–89]	0,57
Пол			
мужской	12 (40,0)	10 (33,3)	0,14
женский	18 (60,0)	20 (66,7)	
Индекс массы тела, кг/м ²	31,74 [22,5–48,07]	29,38 [20,03–45,72]	0,07
Горизонтальная конфигурация аорты, ангуляция $\geq 50^\circ$	18 (60,0)	19 (63,3)	0,59
Расширение восходящей аорты, диаметр ≥ 40 мм	14 (46,7)	15 (50,0)	0,55
Двухстворчатый АК	7 (23,3)	6 (20,0)	0,18
Низкое и вариативное отхождение коронарных артерий	11 (36,7)	9 (30,0)	0,21
Массивный кальциноз	26 (86,7)	21 (70,0)	0,09
ХСН (по NYHA)			
II	7 (23,3)	6 (20,0)	0,18
III	18 (60,0)	24 (80,0)	
IV	5 (16,7)	–	
Преддилатация	2 (6,7)	4 (13,3)	0,03
Постдилатация	0	1 (3,3)	0,07
Периоперационный инфаркт миокарда	–	–	–
Ишемический инсульт / ТИА после операции	–	–	–
Общая длительность операции, мин	75 [55–106]	85 [55–150]	0,05
Время доставки-имплантации клапана, мин	12 (40,0)	19 (63,3)	0,002
Время скопии, мин	17,6 [8,0–31,9]	26,8 [13,8–92,1]	0,001
Перепозиционирование клапана	7 (23,3)	11 (36,7)	0,004
Множественные попытки (>2) перепозиционирования клапана	1 (3,3)	3 (10,0)	0,007
Интраоперационные осложнения	2 (6,7)	4 (13,3)	0,05
Гемодинамически значимая аортальная парапротезная регургитация	0	1 (3,3)	0,07
Умеренная парапротезная регургитация	0	2 (6,7)	0,03
Остаточный градиент > 20 мм рт. ст.	0	2 (6,7%)	0,03

Окончание таблицы

Параметры	ЭПАК с моделированием (n = 30)	ЭПАК без моделирования (n = 30)	P
Средний градиент давления на аортальном клапане, мм рт. ст.			
до ТИАК	48 [28–80]	49,9 [31–99]	0,65
после ТИАК	7 [3–18]	6 [3,2–24,4]	0,74
P до и после ТИАК	0,001	0,001	–
Максимальный градиент давления на аортальном клапане, мм рт. ст.			
до ТИАК	81 [59–132]	88 [47–167]	0,49
после ТИАК	12 [6–44]	12 [7,1–42,4]	0,86
P до и после ТИАК	0,001	0,001	–
Эффективная площадь отверстия АК, см ²			
до ТИАК	0,8 [0,5–1,2]	0,7 [0,4–1,1]	0,82
после ТИАК	1,9 [1,5–2,2]	1,8 [1,4–2,0]	0,7
P до и после ТИАК	0,001	0,001	–
ФВ, %			
до ТИАК	61 [51–75]	62 [30–78]	0,72
после ТИАК	61 [51–70]	60 [38–70]	0,8
P до и после ТИАК	0,95	0,81	0,35
Продолжительность пребывания в ОРИТ, ч	21 [17–72]	21 [12–168]	0,52
Продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии, сут	1 [0–3]	1 [0–7]	0,76
Имплантация постоянного кардиостимулятора	1 (3,3)	5 (16,7)	0,002
Конверсия на открытую операцию	0	0	–
Внутрибольничная летальность до 30 дней	0	1 (3,3)	0,07

Примечания. ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

Значения представлены в виде медианы и межквартильного интервала [Q1–Q3] или n (%).

ментальной и 19 (63,3%) – в контрольной группах. При этом пациентов с ангуляцией более 70° было 7 (23,3%) и 4 (13,3%) соответственно. Расширение восходящей аорты выявлено в 14 (46,6%) и 15 (50,0%) случаях соответственно и часто наблюдалось у пациентов с бicuspidальной морфологией. Двухстворчатый АК был верифицирован по данным МСКТ у 13 пациентов – 7 (23,3%) в экспериментальной и 6 (20,0%) – в контрольной группах.

Медианное значение общей длительности оперативного вмешательства ТИАК с моделированием составило 75 мин [55–106], в группе без моделирования – 85 мин [55–150] (p=0,05).

Время доставки-имплантации протеза клапана измерялось от момента ввода доставляющей системы в предустановленный интродьюсер до завершения этапа имплантации и составило в среднем 17 мин в экспериментальной группе и 22 мин в группе конт-

роля. Предилатация выполнена у 2 (6,7%) и 4 (13,3%) пациентов соответственно. Также следует отметить меньшую частоту перепозиционирования клапана в экспериментальной группе – 7 (23,3%) и 11 (36,7%) случаев соответственно. Множественное перепозиционирование с обратным втягиванием протеза клапана в систему доставки (2 раза и более) выполнено в 1 (3,3%) и 3 (10,0%) случаях соответственно.

После ТИАК в группах пациентов с моделированием и без моделирования средний градиент давления на АК достоверно снизился до целевых значений – с 48 [28–80] до 7 [3–18] мм рт. ст. (p=0,001) и с 49,9 [31–99] до 6 [3,2–24,4] мм рт. ст. (p=0,001) соответственно, без значимых отличий между группами.

Максимальный градиент давления на АК значимо снизился после ТИАК в обеих группах – с 81 [59–132] до 12 [6–44] мм рт. ст.

в группе моделирования ($p=0,001$) и с 88 [47–167] до 12 [7,1–42,4] мм рт. ст. в группе без моделирования ($p=0,001$).

Эффективная площадь отверстия АК увеличилась с 0,8 [0,5–1,2] до 1,9 [1,5–2,2] см^2 в группе моделирования ($p=0,001$) и с 0,7 [0,4–1,1] до 1,8 [1,4–2,0] см^2 в группе без моделирования ($p=0,001$), без значимых отличий между группами. У всех пациентов к моменту выписки из стационара отмечался значительный регресс клинических проявлений АС. В одном случае в группе контроля (без моделирования) после имплантации развилась гемодинамически значимая аортальная парапротезная регургитация, что потребовало выполнения агрессивной постдилатации. По завершении процедуры умеренная парапротезная регургитация (≤ 2 степени) была отмечена у 2 (6,7%) пациентов группы сравнения.

Интраоперационные осложнения в группе моделирования были выявлены в 2 (6,7%) случаях: у обоих пациентов во время операции обнаружена гемодинамически значимая диссекция в месте доступа после извлечения системы доставки клапана, что потребовало выполнения баллонной ангиопластики (с удовлетворительным результатом). В группе без моделирования интраоперационные осложнения выявлены в 4 (13,3%) случаях: у двух пациентов также обнаружена гемодинамически значимая диссекция в месте доступа после извлечения системы доставки клапана (полностью нивелирована после выполнения ангиопластики), в одном случае после имплантации была отмечена гемодинамически значимая аортальная парапротезная регургитация, что дополнительно потребовало постдилатации для закрытия парапротезной фистулы, еще в одном случае – умеренная парапротезная регургитация (не выше 2-й степени).

Потребность в имплантации постоянного водителя ритма возникла у 1 (3,3%) пациента группы моделирования и у 5 (16,7%) пациентов контрольной группы, что показало преимущество предварительного 3D-моделирования ($p=0,002$).

Все пациенты были проведены по протоколу краткосрочной госпитализации, средняя продолжительность наблюдения в отделении интенсивной терапии составила менее суток в обеих группах.

Госпитальная и 30-дневная летальность после ТИАК в 1-й группе отсутствовала, в кон-

трольной группе умер 1 (3,3%) пациент вследствие внезапной остановки кровообращения по причине нарушения ритма и проводимости.

Также в обеих группах за 30-дневный период наблюдения не было зафиксировано таких неблагоприятных событий, как ОНМК/ТИА, периоперационный инфаркт миокарда и конверсия на открытую операцию.

Обсуждение

Тщательное планирование всех этапов операции является ключевым фактором успеха ТИАК. Современная рентгеноконтрастная МСКТ, программная обработка, построение виртуального образа и формирование персональных рекомендаций по выполнению процедуры позволяют выбрать необходимую конструкцию клапана, артерии доступа, точные размерные характеристики имплантируемого клапана, рабочие проекции, оценить потенциальную необходимость преддилатации. Однако сам процесс доставки и позиционирования, а главное, раскрытия и имплантации клапана остается «серой» зоной и часто является непредсказуемым, особенно в условиях неблагоприятной анатомии.

Известно, что горизонтальная конфигурация аорты с ангуляцией более 48° ассоциируется с высокой частотой неоптимального результата имплантации саморасширяемого клапанного протеза и связанных с этим клинических последствий [18]. Для сравнения: успех имплантации клапана Core valve в группах с ангуляцией корня аорты менее и более 48° составил 96,4 и 76,1% соответственно ($p=0,002$). Выраженная извитость артерий доступа, расширение восходящей аорты более 40 мм в диаметре, пространственная деформация и девиация грудной аорты, высокопоточковая аортальная регургитация также создают дополнительные условия для нестабильности системы доставки и неуправляемости траекторией раскрытия самораскрывающегося клапана. Технологическое развитие, несмотря на очевидные успехи, до сих пор не решает этих проблем, особенно при комбинированной экстремальной анатомии. Так, показатели горизонтальной ангуляции более 70° , дилатация аорты более 50 мм в сочетании с кальцинозом, двухстворчатой анатомией или малым диаметром клапанного кольца остаются оператор-зависимыми факторами, определяющими результат процедуры. В связи с этим представ-

ляется исключительно важной возможность предварительного физического моделирования этапов ТИАК, тестирующего позиционирования и имплантации клапана в условиях конкретной анатомии пациента, воспроизведенной с помощью 3D-печати. Созданные нами индивидуальные силиконовые 3D-модели позволяют *ex vivo* воспроизвести основные анатомические и функциональные параметры выполнения процедуры ТИАК.

В ряде публикаций показана потенциальная эффективность трехмерного моделирования корня аорты, выполняемого на основе технологии 3D-печати. Т. Shijo et al. исследовали возможности планирования и тестирования клапанных систем. Было доказано, что создание симуляционного комплекса полезно для предоперационного планирования доставки и ориентации благодаря точному и реалистичному воспроизведению сердечно-сосудистой анатомии [19]. В исследовании R. Faletti et al. отмечено, что 3D-печать аортального кольца предоставляет надежную, специфичную для пациента информацию, важную для использования при предоперационном планировании замены АК [20].

В нашем исследовании технический успех процедуры эндоваскулярного протезирования АК с имплантацией устройства нового поколения Core Valve Evolut PRO составил 100% и не отличался в обеих группах, однако частота репозиционирования клапана была ниже в группе предварительного моделирования ЭПАК – 7 (23,3%) случаев в сравнении со стандартным протоколом группы контроля – 11 (36,7%) случаев. Частота множественных попыток репозиционирования (2 и более), сопровождающихся обратным втягиванием клапана в систему доставки, также была достоверно ниже в группе предварительного моделирования процедуры – 3,3 и 10,0% соответственно. Этот показатель имеет существенное значение, так как повторная переупаковка клапана в интродьюсер может отрицательно влиять на правильность его последующего функционирования, увеличивает продолжительность процедуры, объем вводимого контраста и довольно часто сопровождается избыточной глубиной имплантации, особенно в области левого коронарного синуса [21].

На основании данных регистра F.L.M. Bernardi et al., имеющего впечатляющий объем (1026 пациентов из 16 центров Европы, Канады

и Латинской Америки), было доказано, что репозиционирование современных самораскрывающихся клапанов необходимо как минимум у 1/3 пациентов и эти попытки достоверно ассоциируются как с финальной субоптимальной имплантацией клапана в аортальном кольце, так и увеличением летальности в течение года послеоперационного наблюдения – 2,06 (1,18–3,6), $p=0,01$ [22]. Также требует осмысления тот факт, что пациенты центров, в которых имплантация саморасширяемых клапанов не превышала 25 ТИАК в год, имели в 1,9 раза больший риск летального исхода в течение года наблюдения. Авторы объясняют эти данные высокой частотой репозиционирования в комбинации с малым опытом имплантации и сложной анатомией.

Преимущества имплантации клапана с первой попытки недавно были подтверждены еще несколькими исследованиями. В частности, было показано, что при повторных репозиционированиях клапан Evolut имеет более низкую позицию как на уровне левого коронарного, так и некоронарного синуса [23], что может сопровождаться избыточным давлением на проводящую систему сердца. J. Kefer et al. показали существенный рост частоты имплантации электрокардиостимулятора (ЭКС) в группе пациентов, имплантация клапана которым сопровождалась повторным репозиционированием – 26% против 16% без репозиционирования [24].

Еще одна группа факторов, непосредственно и прямо влияющих на эффективность и безопасность ТИАК, его клинические исходы и результаты, а также потенциальные проблемы и осложнения, – это механика взаимодействия протеза с тканями в области имплантации. Предоперационное планирование (выполняемое на основании физического моделирования) должно учитывать потенциальный риск мальпозиции клапана, травмы и разрыва клапанного кольца, парапротезной регургитации, необходимость имплантации кардиостимулятора, вероятность и механизмы ранней и поздней компретации коронарных артерий. Поэтому особое значение при изготовлении персональных кардиоаортальных моделей имели точное воспроизведение геометрии клапанного кольца, морфологии поражения створок клапана, устьев и проксимальных сегментов коронарных артерий, а также эмуляция кальциноза в области корня аорты

и аортального клапана (см. рис. 2). При тестовой имплантации во всех случаях нам удалось визуально проследить раскрытие клапана, направление смещения тканей пораженных створок и оценить потенциальные угрозы компрессии устьев коронарных артерий и эмболии, а также прогнозировать зоны возможной парапротезной регургитации и вероятности развития ишемического инсульта вследствие риска эмболии отложений кальция со створок клапанного аппарата.

В контрольной группе после МСКТ и виртуального планирования 4 пациента были перемещены в экспериментальную группу для выполнения 3D-моделирования, в результате которого у 9 из 39 пациентов тактика ТИАК была изменена. Семи пациентам принято решение имплантировать баллонорасширяемый клапан MyVal: 4 – из-за низкого вариативного отхождения одной или обеих коронарных артерий в сочетании с ангуляцией горизонтальной аорты, превышающей 70°, 3 пациентам – вследствие выраженной асимметрии и кальциноза, сложности тестового позиционирования и высокого риска паравальвулярной регургитации. У 2 пациентов из-за выраженной девиации и горизонтальной конфигурации аорты в ходе тестовой имплантации Evolut PRO были отмечены сложности осевого выравнивания системы и позиционирования, что привело к решению имплантировать клапан Accurate NEO, обладающий дополнительной возможностью проксимальной стабилизации в аорте. В остальных случаях тестовое моделирование ТИАК позволило отработать детали и технику этапов позиционирования и прецизионной имплантации клапана Evolut PRO.

Изучение деталей выполнения ТИАК на симуляционном комплексе пациентов, на наш взгляд, открывает новые возможности оптимизации имплантации за счет достижения оптимального комиссурального выравнивания створок клапана, достижения максимального соотношения клапан – пациент, планирования повторных вмешательств – имплантации клапана в клапан, закрытия паравальвулярных фистул и обеспечения стабильного доступа в коронарное сосудистое русло.

Разработанная технология физического моделирования открывает новые возможности внедрения обучающих и симуляционных программ для врачей клиник с малым опытом

выполнения ТИАК в плане обучения, совершенствования практических навыков, понимания и отработки всех нюансов вмешательства. Также имеются перспективы для дальнейшего применения методики моделирования в других сосудистых бассейнах.

Заключение

В исследованных нами группах пациентов статистически значимых различий в ранних клинических исходах ТИАК, выполняемых при сложной анатомии, не получено. Профиль безопасности и параметры улучшения клапанной гемодинамики в группе стандартного планирования и в группе с дополнительным тестовым моделированием имплантации клапана на физической 3D-модели аорты пациента также достоверно не отличались. Однако выявлены значимые различия в технических характеристиках операции, которые могут влиять на отдаленные результаты. В частности, отмечено достоверное сокращение общей продолжительности операции, времени доставки и раскрытия клапана, количества попыток позиционирования и неоднократно перепозиционирования клапана для достижения оптимальной глубины имплантации, а также снижения частоты имплантации постоперационного ЭКС.

Полученные результаты свидетельствуют о полезности и эффективности применения методики предварительного персонифицированного моделирования этапов ТИАК в сложных случаях неблагоприятной анатомии.

Литература/References

1. Гордиенко А.В., Шихвердиев Н.Н., Чумак Б.А., Сотников А.В. Кальцинированный аортальный стеноз в структуре патологии аортального клапана. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2022; 24 (3): 5–13. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-3-5-13
Gordienko A.V., Shikhverdiev N.N., Chumak B.A., Sotnikov A.V. Calcified aortic stenosis in the structure of aortic valve pathology. *Medical & Pharmaceutical Journal "Pulse"*. 2022; 24 (3): 5–13 (in Russ.). DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-3-5-13
2. Chahine J., Jedeon Z., Fiocchi J., Shaffer A., Knoper R., John R. et al. A retrospective study on the trends in surgical aortic valve replacement outcomes in the post-transcatheter aortic valve replacement era. *Health Sci. Rep.* 2022; 5 (3): e660. DOI: 10.1002/hsr2.660
3. Indolfi C., Bartorelli A.L., Berti S., Golino P., Esposito G., Musumeci G. et al. Updated clinical indications for transcatheter aortic valve implantation in patients with severe aortic stenosis: expert opinion of the Italian Society of Cardiology and GISE. *J. Cardiovasc. Med. (Hagerstown)*. 2018; 19 (5): 197–210. DOI: 10.2459/JCM.0000000000000636

4. Николова А.С., Васнина А.В. Протезирование аортального клапана как метод лечения стеноза аортального клапана. *Оригинальные исследования*. 2023; 13 (10): 9–13. Nikolova A.S., Vasnina A.V. Aortic valve prosthesis as a treatment for aortic valve stenosis. *Original Research*. 2023; 13 (10): 9–13 (in Russ.).
5. Тарзиманова Ю.Ш. Сравнительная оценка эхокардиографических данных больных с аортальным стенозом после транскатетерной имплантации аортального клапана (TAVI). *Вестник Башкирского государственного медицинского университета*. 2017; S1: 1330–1334. Tarzimanova Yu.Sh. Comparative evaluation of echocardiographic data of patients with aortic stenosis after transcatheter aortic valve implantation (TAVI). *Bulletin of the Bashkir State Medical University*. 2017; S1: 1330–1334 (in Russ.).
6. Mack M.J., Leon M.B., Smith C.R., Miller D.C., Moses J.W., Tuzcu E.M. et al. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 385 (9986): 2477–2484. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60308-7
7. Mack M.J., Leon M.B., Thourani V.H., Makkar R., Kodali S.K., Russo M. et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients. *N. Engl. J. Med.* 2019; 380 (18): 1695–1705. DOI: 10.1056/NEJMoa1814052
8. Makkar R.R., Thourani V.H., Mack M.J., Kodali S.K., Kapadia S., Webb J.G. et al. Five-year outcomes of transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382 (9): 799–809. DOI: 10.1056/NEJMoa1910555
9. Makkar R.R., Cheng W., Waksman R., Satler L.F., Chakravarty T., Groh M. et al. Self-expanding intra-annular versus commercially available transcatheter heart valves in high and extreme risk patients with severe aortic stenosis (PORTICO IDE): a randomised, controlled, non-inferiority trial. *Lancet*. 2020; 396 (10252): 669–683. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31358-1
10. Каменская О.В., Логонова И.Ю., Кретов Е.И., Прохорихин А.А., Таркова А.Р., Байструков В.И. и др. Эффективность транскатетерной имплантации аортального клапана у пациентов высокого хирургического риска: отдаленные результаты одноцентрового проспективного исследования. *Российский кардиологический журнал*. 2019; 24 (1): 56–60. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-1-56-60
Kamenskaya O.V., Loginova I.Yu., Kretov E.I., Prokhorikhin A.A., Tarkova A.R., Baystrukov V.I. et al. Efficiency of transcatheter aortic valve implantation in patients with high surgical risk: long-term results of a single-center prospective study. *Russian Journal of Cardiology*. 2019; 24 (1): 56–60 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-1-56-60
11. Saad M., Seoudy H., Frank D. Challenging anatomies for TAVR-bicuspid and beyond. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 654. DOI: 10.3389/fcvm.2021.654554
12. Abramowitz Y., Maeno Y., Chakravarty T., Kazuno Y., Takahashi N., Kawamori H. et al. Aortic angulation attenuates procedural success following self-expandable but not balloon-expandable TAVR. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2016; 9 (8): 964–972. DOI: 10.1016/j.jcmg.2016.02.030
13. Kerneis C., Pasi N., Arangalage D., Nguyen V., Mathieu T., Verdonk C. et al. Ascending aorta dilatation rates in patients with tricuspid and bicuspid aortic stenosis: the COFRASA/GENERAC study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2018; 19 (7): 792–799. DOI: 10.1093/ehjci/jex176
14. Rylski B., Szeto W.Y., Bavaria J.E., Walsh E., Anwaruddin S., Desai N.D. et al. Transcatheter aortic valve implantation in patients with ascending aortic dilatation: safety of the procedure and mid-term follow-up. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2014; 46 (2): 228–233. DOI: 10.1093/ejcts/ezt594
15. Michelena H.I., Prakash S.K., Della Corte A., Bissell M.M., Anavekar N., Mathieu P. et al. BAVCon Investigators. Bicuspid aortic valve: identifying knowledge gaps and rising to the challenge from the International Bicuspid Aortic Valve Consortium (BAVCon). *Circulation*. 2014; 129 (25): 2691–2704. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007851
16. Siu S.C., Silversides C.K. Bicuspid aortic valve disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 55 (25): 2789–2800. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.12.068
17. Philip F., Faza N.N., Schoenhagen P., Desai M.Y., Tuzcu E.M., Svensson L.G. et al. Aortic annulus and root characteristics in severe aortic stenosis due to bicuspid aortic valve and tricuspid aortic valves: implications for transcatheter aortic valve therapies. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2015; 86 (2): E88–98. DOI: 10.1002/ccd.25948
18. Ontario Health (Quality). Transcatheter aortic valve implantation in patients with severe, symptomatic aortic valve stenosis at intermediate surgical risk: a health technology assessment. *Ont. Health Technol. Assess. Ser.* 2020; 20 (2): 1–121. PMID: 32194880.
19. Shijo T., Shirakawa T., Yoshitatsu M., Iwata K. Stent grafting simulation using a three-dimensional printed model for extensive aortic arch repair combined with coarctation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2018; 54 (3): 593–595. DOI: 10.1093/ejcts/ezy096
20. Faletti R., Gatti M., Cosentino A., Bergamasco L., Cura Stura E., Garabello D. et al. 3D printing of the aortic annulus based on cardiovascular computed tomography: preliminary experience in pre-procedural planning for aortic valve sizing. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2018; 12 (5): 391–397. DOI: 10.1016/j.jcct.2018.05.016
21. Grube E., Van Mieghem N.M., Bleiziffer S., Modine T., Bosmans J., Manoharan G. et al. Clinical outcomes with a repositionable self-expanding transcatheter aortic valve prosthesis: the international FORWARD study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70: 845–853. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.06.045
22. Bernardi F.L.M., Rodes-Cabau J., Tirado-Conte G., Amat-Santos I.J., Plachtzik C., Cura F. et al. Incidence, predictor, and clinical outcomes of multiple resheathing with self-expanding valves during transcatheter aortic valve replacement. *J. Am. Heart Assoc.* 2021; 10: e020682. DOI: 10.1161/JAHA.120.020682
23. Attizzani G.F., Dallan L.A.P., Markowitz A., Yakubov S.J., Deeb G.M., Reardon M.J. et al. Impact of repositioning on outcomes following transcatheter aortic valve replacement with a self-expandable valve. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020; 13: 1816–1824. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.04.028
24. Kefer J., Maes F., Renkin J., Kautbally S., De Meester C., Delacour M. et al. Resheathing of self-expanding bio-prosthesis: impact on procedural results, clinical outcome and prosthetic valve durability after transcatheter aortic valve implantation. *Int. J. Cardiol. Heart Vasc.* 2020; 26: 100462. DOI: 10.1016/j.ijcha.2019.100462

Клинические наблюдения

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132-005.7-089.819.1

Эмболизация аутовенозного аортокоронарного шунта с целью снижения риска дисфункции стентов в нативной коронарной артерии*В.Х. Пилтакян* ✉, *Н.Н. Жердев*, *Д.В. Тепляков*

СПб ГБУЗ «Городская Покровская больница», Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ **Пилтакян Вартан Хачатурович**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, кардиолог; orcid.org/0000-0002-0330-7150, e-mail: vaite1984@icloud.com**Жердев Николай Николаевич**, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2500-2320**Тепляков Дмитрий Валентинович**, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, кардиолог; orcid.org/0000-0002-1054-2896**Резюме**

Основная проблема ведения пациентов в долгосрочном периоде после коронарного шунтирования (КШ) – это нарушение функции аутовенозных шунтов (АВШ), что часто приводит к острому коронарному синдрому (ОКС). В течение 5–10 лет после КШ нарушается проходимость до 50% всех АВШ. При наступлении неблагоприятных событий, связанных с дисфункцией АВШ, следует рассмотреть восстановление шунтированной нативной коронарной артерии, – это ассоциируется с более благоприятными непосредственными и отдаленными результатами по сравнению с восстановлением АВШ, хотя известно, что после шунтирования коронарной артерии в ней усиливается атеросклероз и кальциноз, что впоследствии усложняет чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). Если после успешного ЧКВ в шунтированной нативной коронарной артерии сохраняется конкурентный кровоток через АВШ, в ней нарушается ламинарный кровоток, что может привести к сосудистой дисфункции, рестенозу и тромбозу стента. В связи с этим при сохранении конкурентного кровотока через АВШ следует рассмотреть его окклюзию для снижения риска неблагоприятных событий, связанных с нарушением проходимости стентированной нативной артерии.

В статье описан случай ОКС с подъемом сегмента ST, связанный с тромбозом диффузно измененного АВШ к правой коронарной артерии (ПКА). Первично были выполнены тромбоаспирация и баллонная ангиопластика, – с полным восстановлением кровотока. Из-за выраженных дегенеративных изменений АВШ от его стентирования было решено отказаться. Вторым этапом, через день, выполнены реканализация и стентирование нативной ПКА, но сохранялся конкурентный кровоток через АВШ, что через 10 мес привело к клиническому проявлению рестеноза в стентах и потребовало повторного вмешательства. Рестентирование было выполнено под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования, в ходе которого исключены механические причины рестеноза. Для прекращения конкурентного кровотока в ПКА и профилактики повторного рестеноза в стентах была выполнена эмболизация АВШ толкаемой спиралью, с хорошим клиническим и ангиографическим результатом через 12 мес.

Ключевые слова: ЧКВ после КШ, аутовенозный аортокоронарный шунт, конкурентный кровоток, рестеноз коронарного стента, эмболизация аутовенозного шунта

Для цитирования: Пилтакян В.Х., Жердев Н.Н., Тепляков Д.В. Эмболизация аутовенозного аортокоронарного шунта с целью снижения риска дисфункции стентов в нативной коронарной артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 476–486. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-476-486

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 30.10.2024
Принята к печати 18.11.2024

Embolization of a venous bypass graft in order to reduce the risk of stent failure in a native coronary artery*V.Kh. Piltakyan* ✉, *N.N. Zherdev*, *D.V. Teplyakov*

Pokrovskaya City Hospital, St. Petersburg, Russian Federation

✉ **Vartan Kh. Piltakyan**, Endovascular Surgeon, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-0330-7150,
e-mail: vaite1984@icloud.com

Nikolay N. Zherdev, Endovascular Surgeon, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2500-2320

Dmitriy V. Teplyakov, Cand. Med. Sci., Head of Endovascular Diagnostics and Treatment Department,
Endovascular Surgeon, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-1054-2896

Abstract

The main problem of long-term management of patients after coronary artery bypass grafting (CABG) is a saphenous vein graft (SVG) failure, which often leads to acute coronary syndrome (ACS). Within 5–10 years after CABG, the SVG patency is impaired in up to 50%. When an adverse event associated with an SVG failure occur, intervention on the native coronary artery should be considered. This is associated with more favorable immediate and long-term results compared with an SVG intervention. However, it is known that CABG accelerates progression of atherosclerosis and calcification in a bypassed coronary artery, which subsequently makes percutaneous coronary intervention (PCI) more complex. After successful PCI of the native coronary artery, if competitive blood flow through an SVG persists, laminar flow in the target artery is disrupted, which in turn can lead to endothelial dysfunction, restenosis and stent thrombosis. SVG sacrifice should be considered to reduce the risk of adverse events associated with patency of the stented native artery.

In this article, we demonstrate a case of an ACS with ST segment elevation associated with thrombosis of diffuse SVG lesion to the right coronary artery (RCA). Firstly, thrombus aspiration and balloon angioplasty were performed with restoration of blood flow. Due to pronounced degenerative changes in SVG, it was decided not to stent an SVG. A day later, recanalization and stenting of the native RCA were performed. But a competitive blood flow through an SVG led to a clinical manifestation of in-stent restenosis after 10 months. IVUS-guided PCI was successfully performed for RCA in-stent restenosis, while other probable causes of restenosis were excluded. To stop competitive blood flow in the RCA and prevent the recurrence of in-stent restenosis, SVG embolization with coils was performed. Good clinical and angiographic results after 12 months of follow-up.

Keywords: PCI after CABG, saphenous vein graft, competitive blood flow, in-stent restenosis, saphenous vein coil embolization

For citation: Piltakyan V.Kh., Zherdev N.N., Teplyakov D.V. Embolization of a venous bypass graft in order to reduce the risk of stent failure in a native coronary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 476–486. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-476-486

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

Received October 30, 2024
Accepted November 18, 2024

Введение

Большая подкожная вена (БПВ) остается самым часто используемым кондуитом в качестве аортокоронарного шунта, что связано с относительной простотой ее забора и использования. При этом, несмотря на современную оптимальную медикаментозную терапию, большинство аутовенозных аортокоронарных шунтов в течение 10 лет перестают функционировать [1, 2]. Ранняя (в течение первого года) несостоятельность аутовенозных шунтов (АВШ) достигает 25% [3]. Чаще всего это связано с исходным состоянием самой БПВ, травматизацией при заборе БПВ, дефектом анастомоза и гиперкоагуляцией, что может привести к тромбозу АВШ. В течение нескольких месяцев после операции происходит адаптация АВШ к высокому артериальному давлению, так называемая «артериализация» вены – гиперплазия интимы, которая

редко приводит к значимому сужению просвета, но служит основой для формирования атеросклероза в дальнейшем. В АВШ атеросклероз прогрессирует быстрее, чем в нативных артериях сердца, и носит диффузный характер с формированием тонкой фиброзной покрышки или отсутствием таковой и с высоким содержанием некротического ядра, в связи с чем часто происходят разрывы бляшек и развивается дисфункция АВШ уже в отдаленные сроки [3].

Повторное коронарное шунтирование (КШ) является операцией крайне высокого риска, поэтому пациентам, нуждающимся в коронарной реваскуляризации после КШ, предпочтительнее выполнять чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ). Инвазивные вмешательства в русле АВШ составляют около 6% от всех ЧКВ, но и они связаны с повышенным риском как ранних периоперационных, так и поздних осложнений [2, 4]. Интраопера-

ционные осложнения при ЧКВ АВШ в первую очередь связаны с риском дистальной микроэмболизации рыхлым атероматозным материалом. Частота замедления кровотока по целевой артерии достигает 18,5%. Для профилактики данного осложнения следует рутинно использовать системы дистальной защиты и прямое стентирование без перекалибровки [3]. Однако после стентирования частота рестеноза в стентированных АВШ достигает 20% в течение 12 мес [5]. Поэтому при технической возможности следует выполнять стентирование шунтированной нативной коронарной артерии, что ассоциируется с более благоприятным исходом [2].

В течение 6 мес после КШ 37% исходно стенозированных, но проходимых нативных коронарных артерий окклюдизируются [6]. Это может быть связано с наличием конкурентного более объемного кровотока через АВШ, имеющего больший диаметр [7]. Соответственно, восстановление шунтированной нативной коронарной артерии чаще всего является сложной задачей, но при наличии достаточного опыта у оператора и необходимого инструментария – вполне осуществимой и относительно безопасной.

В связи с этим выработан алгоритм реваскуляризации у пациентов с КШ в анамнезе в зависимости от сложности поражения АВШ и шунтированной нативной коронарной артерии, кровоснабжающих одну и ту же зону миокарда [8, 9]. Основная идея данного алгоритма заключается в следующем:

1. Поражение нативной коронарной артерии не сложное – стентировать ее, игнорируя АВШ.

2. Поражение нативной коронарной артерии комплексное, поражение АВШ локальное – стентировать АВШ с использованием системы дистальной защиты, выполнять прямое стентирование и не превышать диаметр.

3. Поражение и нативной коронарной артерии, и АВШ комплексное – выполнить стентирование нативной коронарной артерии, если это невозможно – выполнить вмешательство на АВШ с последующим отсроченным восстановлением нативной коронарной артерии для наилучшего отдаленного результата [8, 10].

Отсроченная поэтапная тактика особенно оправдана в случаях острого коронарного синдрома (ОКС) или при отсутствии достаточного опыта оператора или необходимого

инструментария для проведения комплексного ЧКВ в шунтированной нативной коронарной артерии. Следует отметить, что при наличии выраженных диффузных дегенеративных изменений или эктазии АВШ полноценное восстановление его тоже практически невозможно. Как временная мера возможно выполнение баллонной ангиопластики (БАП) или локальное неоптимальное стентирование АВШ с последующим, отсроченным, восстановлением шунтированной нативной коронарной артерии [8, 10].

Если предпринято вмешательство на шунтированной нативной коронарной артерии с целью реканализации хронической тотальной окклюзии у пациента после КШ, в дополнение к антеградным и традиционным ретроградным техникам также возможно применение техники ретроградной реканализации через измененный или окклюдированный АВШ, данная методика является безопасной и эффективной [11].

Восстановленная нативная коронарная артерия также подвержена рестенозу, особенно при протяженном стентировании и выраженном исходном кальцинозе, поэтому при необходимости должны применяться различные методы модификации стенозов перед стентированием, и желательно в таких случаях выполнять вмешательства под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) [12]. Кроме того, при восстановлении шунтированной нативной коронарной артерии существует угроза со стороны остаточного конкурентного кровотока через функционирующий АВШ. Известна патогенетическая связь между прогрессированием атеросклероза или рестенозом в стенте и наличием конкурентного кровотока. Хотя ее механизм еще не до конца понятен, считается, что в этом процессе ключевую роль играет напряжение сдвига стенки, что приводит к эндотелиальной дисфункции [13–15]. В связи с этим при сохранении кровотока по АВШ по классификации TIMI (Thrombolysis in Myocardial Infarction) больше чем 1 степени многие авторы рекомендуют эмболизировать шунт спиралями или окклюдерами [11, 13, 16]. Эмболизация АВШ после восстановления шунтированной нативной коронарной артерии безопасна, эффективна и связана с благоприятными долгосрочными результатами [13]. При эмболизации АВШ спиралями их диа-

метр должен быть на 30–50% больше целевого сосуда, и следует рассмотреть возможность имплантации ретроградно через нативную коронарную артерию для профилактики их миграции [17].

Описание случая

Пациент 55 лет поступил в стационар по линии скорой медицинской помощи с диагнозом «острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST». Острое начало болевого синдрома за 2 ч до госпитализации. На догоспитальном этапе по электрокардиограмме зарегистрирован подъем сегмента ST более 4 мм в отведениях II, III, aVF. Даны нагрузочные дозы ацетилсалициловой кислоты и тикагрелора, внутривенно введен нефракционированный гепарин, обезболен морфином. В анамнезе 10 лет назад (в возрасте 45 лет) операция коронарного шунтирования. Длительно гипертоническая болезнь, дислипидемия. Получал оптимальную медикаментозную терапию (ОМТ). В стационаре диагноз подтвержден и начато первичное ЧКВ.

По данным коронарошунтографии (КШГ), правый тип коронарного кровоснабжения, левая коронарная артерия (ЛКА) диффузно из-

менена, стеноз ствола ЛКА более 70%, стеноз огибающей артерии (ОА) более 90%, хроническая окклюзия в проксимальной трети передней нисходящей артерии (ПНА) (рис. 1, а, б). Межсистемное коллатеральное заполнение периферии правой коронарной артерии (ПКА) (см. рис. 1, б). АВШ к диагональной артерии умеренно изменен, функционирует (рис. 1, в). Хроническая окклюзия АВШ к ОА (рис. 1, г). Шунт левая внутренняя грудная артерия (ЛВГА) к ПНА функционирует удовлетворительно (рис. 1, д). ПКА диффузно изменена, окклюзирована на протяжении средней трети (рис. 1, е). Острая окклюзия АВШ к ПКА, кровоток ТИМІ 0 (рис. 2, а). Принято решение о ЧКВ в АВШ к ПКА.

Через бедренный доступ проводниковый катетер 6 Fr JR4 SH (Cordis, США) установлен в устье АВШ. Через зону окклюзии АВШ, до периферии ПКА, беспрепятственно проведен 0,014" проводник BMW Universal II (Abbott Vascular, США). Антеградный кровоток не восстановлен, кровоток ТИМІ 0 (рис. 2, б). Выполнена мануальная тромбоаспирация катетером 6 F Eliminate (Terumo, Япония). Получен тромботический материал (рис. 2, в). Восстановлен антеградный кровоток до ТИМІ 3;

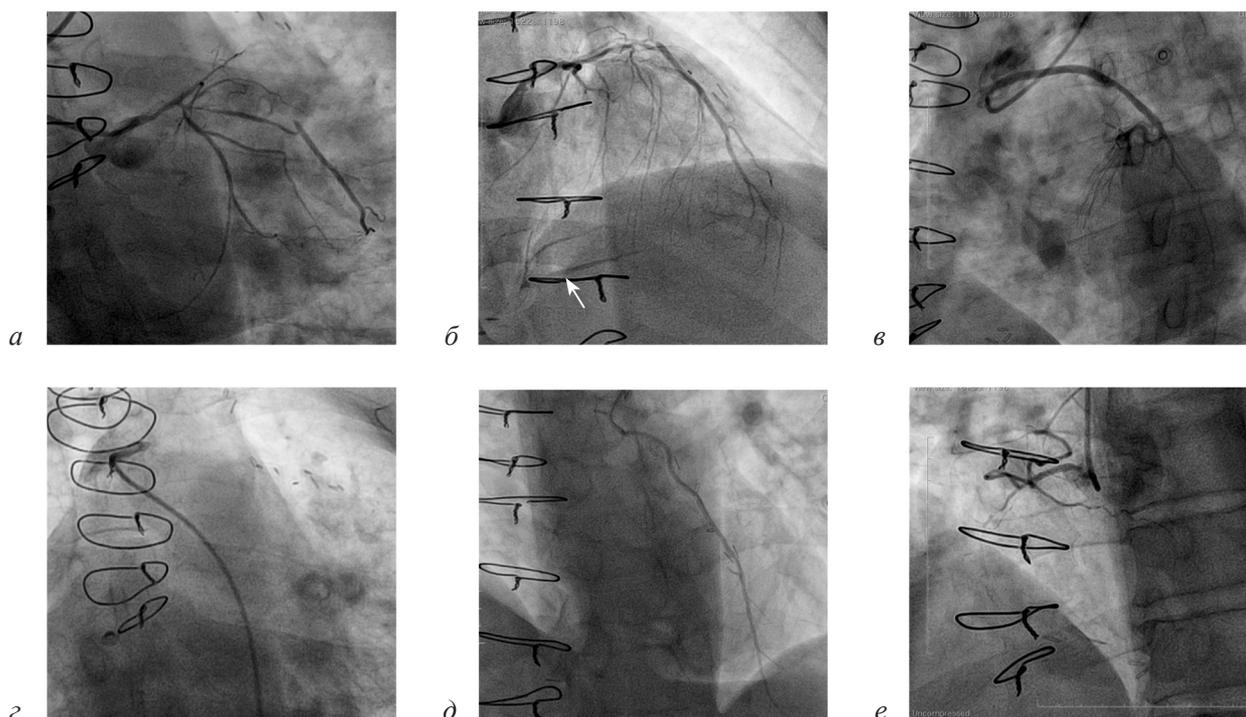


Рис. 1. Первичная коронарошунтография:

а – ЛКА, каудальная проекция; б – ЛКА, краниальная проекция: коллатеральное заполнение периферии ПКА (указана стрелкой); в – АВШ к диагональной ветви ПНА; г – окклюзированный АВШ к маргинальной ветви ОА; д – шунт левая внутренняя грудная артерия к ПНА; е – ПКА; диффузно изменена с переходом в окклюзию

АВШ диффузно дегенеративно изменен на всем протяжении, визуализируется остаточный локальный стеноз более 90% (рис. 2, *з*). Учитывая дегенеративные диффузные изменения АВШ, отсутствие оптимальных зон для имплантации стента, от стентирования решено отказаться.

В зоне максимального стенозирования выполнена БАП катетером 3,5×20 мм NC Euphora (Medtronic, США). Непосредственный ангиографический результат удовлетворительный, кровотоков TIMI 3, признаков дистальной эмболизации нет (рис. 2, *д, е*). На ЭКГ резольвция ST более 50%, ангинозные боли купированы, гемодинамика пациента стабильная. Пациент переведен в отделение реанимации для дальнейшего наблюдения и интенсивной терапии.

В течение суток пребывания в отделении реанимации рецидивов ангинозных болей не было, гемодинамика стабильная. По ЭКГ наблюдалась динамика Q-инфаркта, тропонин закономерно многократно повышен, по эхокардиографии – гипокинез нижней стенки, фракция выброса левого желудочка была сохранена. На 2-е сутки для окончательной ре-

васкуляризации и улучшения прогноза было решено выполнить реканализацию и стентирование шунтированной нативной ПКА.

При контрольной ангиографии АВШ проходим, локальные выраженные стенозы, кровотоков по периферии ПКА удовлетворительный, TIMI 3 (рис. 3, *а*). Для двойного контрастирования и контролируемой реканализации ПКА выполнен второй доступ, трансрадиальный. Катетер 5 Fr MP2 (Cordis, США) установлен в устье АВШ для контрастирования периферии ПКА, в устье ПКА установлен проводниковый катетер 6 Fr JR4 SH (Cordis, США) (см. рис. 3, *а*). Критический стеноз устья ПКА и анатомия корня аорты не позволили установить в ПКА проводниковый катетер 6 Fr AL 0,75 (Cordis, США) для большей поддержки.

Реканализация ПКА выполнена проводником 0,014" Fielder XT-A (Asahi Intecc, Япония), нахождение проводника в истинном просвете подтверждено контрастированием через АВШ (рис. 3, *б*). При проведении баллонного катетера 1,5×15 мм Euphora (Medtronic, США) для предилатации возникли сложности, в связи с недостаточной поддержкой баллонный

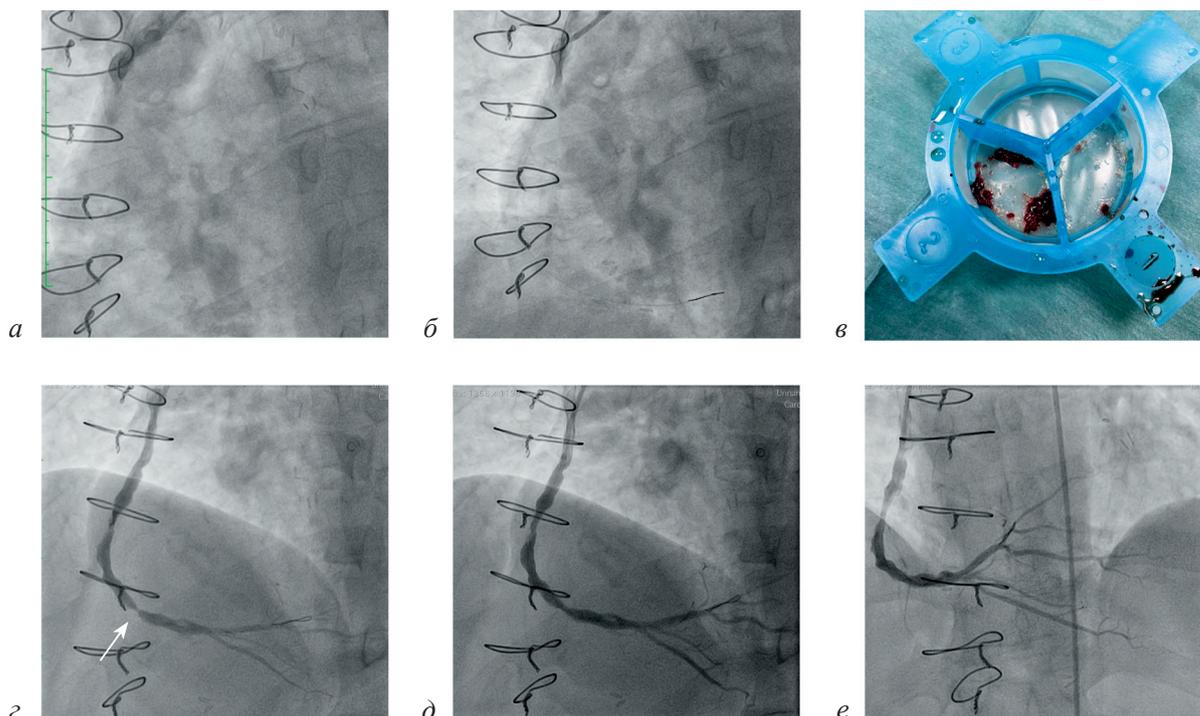


Рис. 2. Первичное ЧКВ в бассейне АВШ к ПКА:

а – острая окклюзия АВШ к ПКА; *б* – 0,014" проводник проведен через зону окклюзии; антеградный кровоток не восстановлен; *в* – аспирированный материал из зоны окклюзии АВШ; *г* – антеградный кровоток после тромбоспирации TIMI 3, АВШ дегенеративно изменен на всем протяжении, остаточный стеноз более 90% (стрелка); *д* – после локальной ангиопластики баллонным катетером 3,5 × 20 мм, кровотоков TIMI 3; *е* – финальный результат

катетер не удавалось доставить в зону интереса, проводниковый катетер выталкивался в аорту (рис. 3, *в*). Выполнено усиление поддержки проводникового катетера обратным концом 0,035" проводника (рис. 3, *з*) [18], что позволило успешно доставить баллонный катетер. После серии преддилатаций баллонными катетерами 1,5 и 2,5 мм Euphora (Medtronic, США) выполнено стентирование всей основной части ПКА: в дистальной трети ПКА был имплантирован стент 3,0×38 мм Resolute Onyx (Medtronic, США), в средней трети – стент 3,5×38 мм Xience Alpine (Abbott Vascular, США), а в проксимальной трети – стент 4,0×38 мм Resolute Onyx (Medtronic, США). Далее на всем протяжении стентированной зоны выполнена постдилатация баллонным катетером 3,75×15 мм NC Euphora (Medtronic, США), в средней и проксимальной трети давлением до 28 атм. На контрольных ангиограммах стенты расправлены полностью, по периферии кровотока TIMI 3 (рис. 3, *д*). Отмечался конкурентный кровоток через АВШ (рис. 3, *е*), однако результат был расценен как

оптимальный; учитывая диффузное поражение и выраженные остаточные стенозы в АВШ, предполагалось, что кровоток через нативную ПКА будет доминировать и шунт постепенно закроется. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии, после курса реабилитации вернулся к своей привычной работе.

В течение 10 мес пациент чувствовал себя хорошо, получал ОМТ, однако возник рецидив ангинозных болей при физической нагрузке, и в течение месяца отмечено прогрессирование до тяжелой стенокардии – при подъеме на один лестничный пролет возникали давящие боли за грудиной и одышка, в связи с чем пациент был повторно госпитализирован.

Выполнена КШГ: в нативной ПКА рестеноз в стентах до субокклюзии (рис. 4, *а, в*), в АВШ к ПКА прогрессирование стеноза с признаками нестабильности, кровоток по периферии ПКА в большей части из АВШ (рис. 4, *б, в*). Было решено выполнить повторную реваскуляризацию с применением ВСУЗИ.

Для свободного проведения датчика ВСУЗИ в зонах рестеноза выполнена ангиопластика

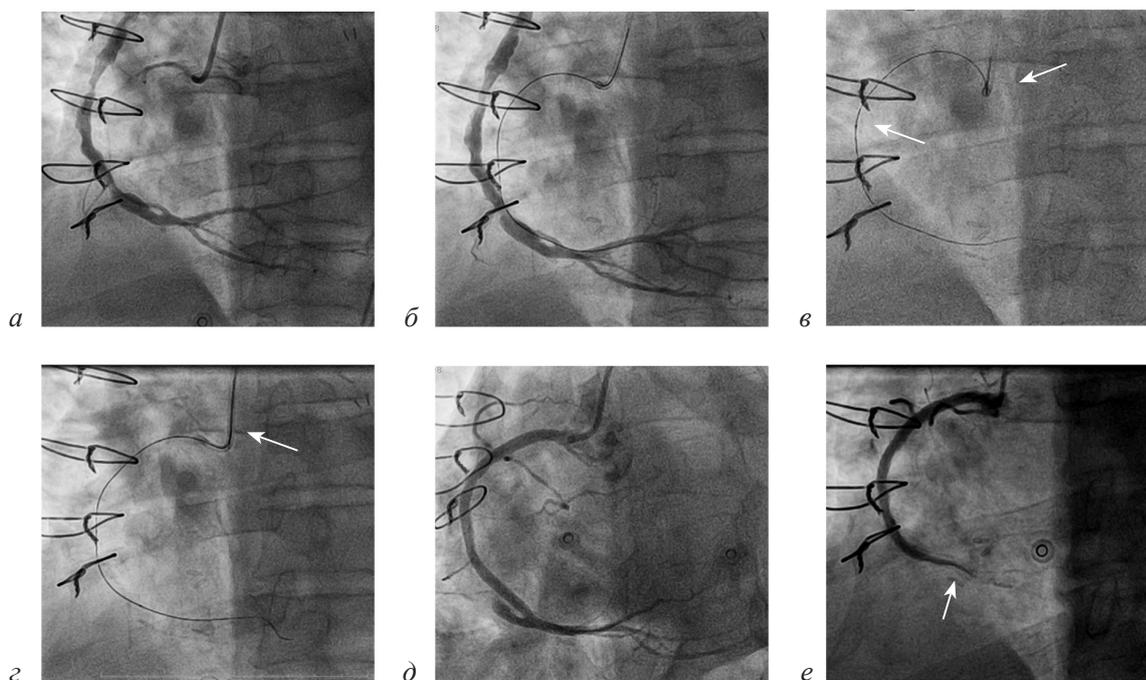


Рис. 3. Отсроченное ЧКВ в бассейне нативной ПКА:

а – двойное контрастирование, дегенеративно измененный АВШ, диффузно измененная и окклюзированная ПКА; *б* – проводник Fielder XT-A проведен через зону окклюзии, расположение в истинном просвете ПКА подтверждено контрастированием дистального русла через АВШ; *в* – безуспешная попытка провести баллон 1,5 × 15 мм (указан стрелкой слева), проводниковый катетер отходит назад (указан стрелкой справа); *г* – баллон 1,5×15 мм доставлен в целевую зону ПКА после усиления проводникового катетера обратным (жестким) концом 0,035" проводника (указан стрелкой); *д* – финальный результат после имплантации и постдилатации трех стентов, на пике введения контрастного препарата ретроградный его заброс в АВШ; *е* – финальный результат, в зоне анастомоза и периферии ПКА конкурентный кровоток через АВШ (указан стрелкой)

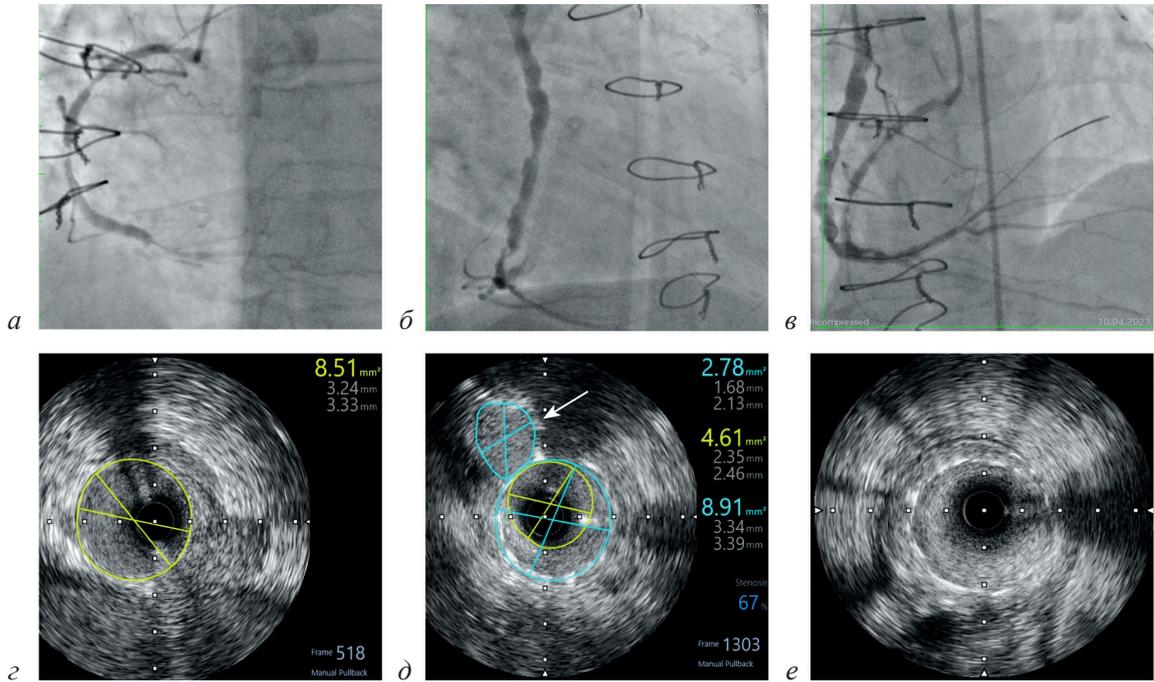


Рис. 4. Коронарошунтография через 10 мес после первичного ЧКВ:

a – рестеноз в стентах ПКА; *б* – выраженный стеноз в АВШ; *в* – двойное контрастирование через ПКА и АВШ, выраженный рестеноз в стенке в зоне анастомоза; *г* – ВСУЗИ ПКА после ангиопластики баллонным катетером 2,5 × 20 мм, референсный сегмент дистальнее стента, диаметр 3,3 мм, мальпозиции и деформации стента нет, выраженная гиперплазия интимы в стенте; *д* – ВСУЗИ в зоне анастомоза (указан стрелкой), диаметр стента 3,3 мм, мальпозиции и деформации стента нет, выраженный рестеноз; *е* – ВСУЗИ в средней трети ПКА, мальпозиции и деформации стента нет, выраженный рестеноз

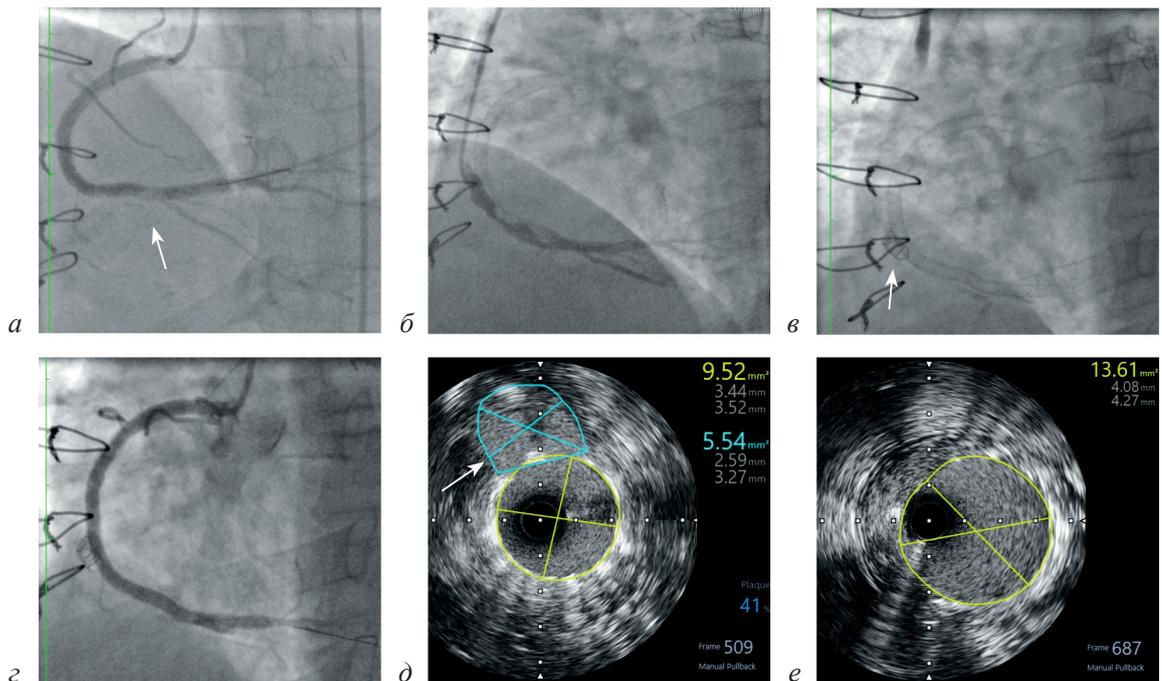


Рис. 5. Финальный результат рестентирования ПКА и эмболизация АВШ спиралью:

a – после рестентирования ПКА сохраняется конкурентный кровоток через АВШ (указан стрелкой); *б* – селективная катетеризация АВШ проводниковым катетером и диагностическим катетером MP1 5 Fr, сохраняется кровоток через шунт на уровне TIMI 2–3; *в* – перед зоной максимального сужения АВШ имплантирована одна эмболизационная спираль MRеue 0,035" – 5 мм × 8 см (указана стрелкой), кровоток по АВШ TIMI 0; *г* – финальный результат, кровоток по ПКА TIMI 3, конкурирующего кровотока нет; *д* – ВСУЗИ в зоне анастомоза (указан стрелкой), раскрытие стента до 3,5 мм; *е* – ВСУЗИ в средней трети ПКА, диаметр раскрытия стента более 4 мм

баллонным катетером 2,5×20 мм Sapphire II (OrbusNeich, Китай). Выполнено ВСУЗИ катетером Opticross (Boston Scientific, США): дистальный референсный диаметр артерии 3,3 мм (рис. 4, *з*). В дистальной зоне посадки стента атеросклеротической бляшки нет, стент раскрыт полностью, прилегание полное, диаметр соответствует сегменту. В зоне анастомоза деформации стента нет, выраженная гиперплазия интимы (рис. 4, *д*). В среднем и проксимальном сегментах ПКА – кальциноз, стенты раскрыты полностью, выраженная гиперплазия интимы (рис. 4, *е*). Таким образом, механических дефектов и мальпозиции стентов не выявлено, вероятно, основной причиной рестеноза являлся конкурентный кровоток через АВШ. На всем протяжении стентированной зоны выполнена адекватная преддилатация баллонным катетером 3,5×15 мм NC Euphora (Medtronic, США). Повторное стентирование тремя стентами по стандартной технике: 3,5×38 мм Resolute Onyx (Medtronic, США), 3,5×38 мм Resolute Onyx (Medtronic, США), 4,0×34 мм Resolute Onyx (Medtronic, США). Постдилатация на всем протяжении баллонным катетером 4,0×12 мм NC Emerge (Boston Scientific, США) давлением до 30 атм. В проксимальной трети выполнена постдилатация баллонным катетером 4,5×15 мм NC Quantum Maverick (Boston Scientific, США) давлением до 28 атм.

По данным ангиографии и ВСУЗИ, получен оптимальный результат: стенты раскрыты полностью, однако по-прежнему сохраняется конкурентный кровоток через АВШ (рис. 5, *а*).

Кровоток по АВШ ТИМІ 2–3 (рис. 5, *б*). Принято решение об эмболизации АВШ для снижения риска дисфункции стентов, обусловленного конкурентным кровотоком. Непосредственно перед зоной максимального стенозирования АВШ установлен катетер 5 Fr MP1 (Cordis, США), через катетер доставлена и имплантирована толкаемая эмболизационная спираль 5 мм × 8 см 0,035" MReye (Cook Medical, США) (рис. 5, *в*). При контрольной ангиографии кровоток по АВШ отсутствует, ТИМІ 0 (рис. 5, *г*), по ПКА – ТИМІ 3, конкурирующего потока через АВШ нет (рис. 5, *з*). По ВСУЗИ, оптимальное раскрытие стентов (рис. 5, *д*, *е*).

Клинка стенокардии была полностью купирована, пациент благополучно вернулся к повседневному труду.

На плановом приеме через 6 и 12 мес пациент клинических признаков стенокардии не описывал, отмечал хорошую толерантность к физической нагрузке, получал ОМТ. Учитывая многократные инвазивные вмешательства и рестеноз стентов в анамнезе, с целью контроля через 12 мес совместно с пациентом было принято решение выполнить КШГ: в коронарных шунтах и нативных коронарных артериях без отрицательной динамики, стенты в ПКА без признаков рестеноза, периферия удовлетворительная (рис. 6).

Обсуждение

На сегодняшний день отсутствуют рандомизированные клинические исследования, сравнивающие исходы после вмешательства

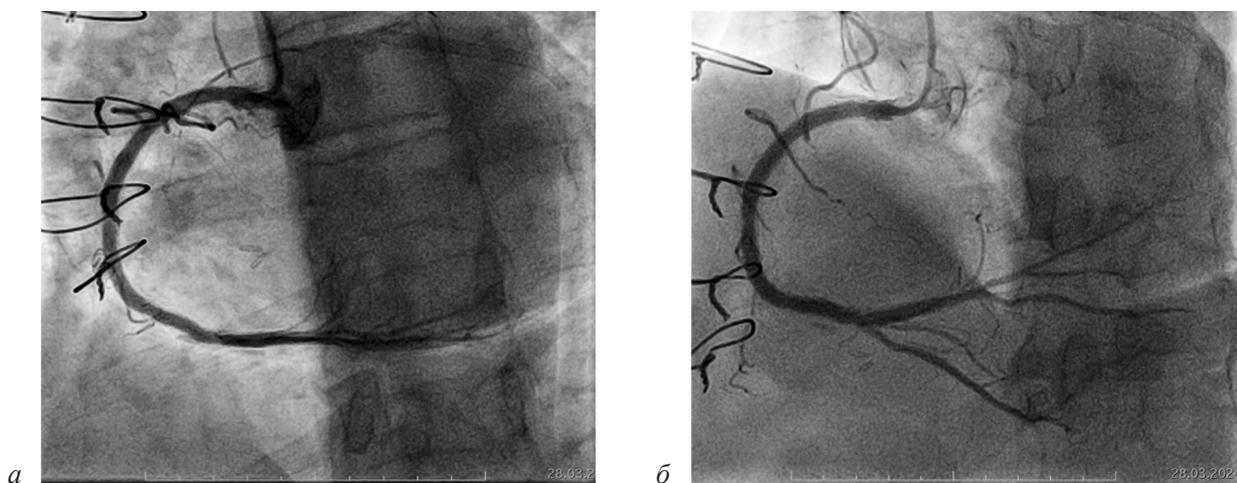


Рис. 6. Контрольная ангиография ПКА через 12 мес:

а, б – стенты без признаков рестеноза, периферия удовлетворительная

на АВШ и нативной коронарной артерии у пациентов, перенесших коронарное шунтирование, однако ретроспективные наблюдательные исследования и клинические наблюдения позволяют сделать вывод в пользу восстановления нативной коронарной артерии. Данный вопрос активно обсуждается в мировом эндоваскулярном сообществе, и ожидаются новые данные. В частности, в Европе проводится проспективное многоцентровое рандомизированное исследование Percutaneous coronary intervention of native coronary artery versus venous bypass graft in patients with prior CABG (PROCTOR), включающее 584 пациента с дисфункцией АВШ с клиническим показанием к реваскуляризации, рандомизированных в соотношении 1:1 на группы ЧКВ нативных коронарных артерий и АВШ, для сравнения клинических и ангиографических результатов. Результаты ожидаются в 2027 г.

Стоит отметить, что с развитием современного инструментария, различных техник и с увеличением опыта эндоваскулярных специалистов выполнение ЧКВ при комплексных поражениях становится более безопасным и эффективным, и учитывая имеющиеся данные о более благоприятном прогнозе, следует принимать решение в пользу восстановления нативного коронарного русла даже в сложных случаях.

В европейских рекомендациях по реваскуляризации миокарда от 2018 г. реваскуляризации шунтированной нативной коронарной артерии при поражении АВШ присвоен IIa класс рекомендаций [12], в американских рекомендациях по реваскуляризации коронарных артерий от 2021 г. – также IIa класс рекомендаций [19].

Однако вопрос коронарной реваскуляризации у пациентов после КШ в российских клинических рекомендациях от 2020 г. «Стабильная ишемическая болезнь сердца», «Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы», «Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST электрокардиограммы» никак не обсуждается. В отечественной литературе мало сведений по этой проблеме.

Тем не менее анализ литературных данных по этому вопросу позволил нам прийти к изложенному выше алгоритму и внедрить его в свою практику. Стоит отметить, что в представленном случае мы обсуждаем клиничес-

кую ситуацию наиболее сложной реваскуляризации с точки зрения выбора тактики: дегенеративно диффузно измененный и эктазированный АВШ практически невозможно было безопасно восстановить стентированием, так как это могло привести к массивной дистальной эмболизации и тромбозу шунта. В свою очередь, стентирование нативной коронарной артерии являлось сложной задачей, учитывая хроническую окклюзию в ней, протяженность поражения и кальциноз. Повторное АКШ пациенту с ОИМ и функционирующим артериальным шунтом ЛВГА к ПНА связано с неоправданно высоким риском, в связи с чем не рассматривалось. Несмотря на вышеперечисленные факторы, непосредственный результат стентирования был удовлетворительным. На момент первичного ЧКВ мы не уделили должного внимания сохранившемуся конкурентному кровотоку через АВШ. В дальнейшем, более прицельно изучив литературные данные, мы пришли к выводу, что наличие конкурентного кровотока может привести к тромбозу и рестенозу в стентах. Многочисленные публикации и метаанализ, проведенный М. Farag et al. [2], позволяют сделать вывод, что при поражении АВШ восстановление шунтированной нативной коронарной артерии является предпочтительным для снижения риска неблагоприятных событий в долгосрочной перспективе. Однако при сохранении функционирующего АВШ с кровотоком более 0–1 по классификации TIMI рекомендуется достичь прекращения кровотока по АВШ [17]. Описанный нами случай подтверждает данную гипотезу: через 12 мес после прекращения конкурентного кровотока через АВШ при помощи эмболизации спиралями мы наблюдаем хорошую проходимость в стентах.

Остаются не до конца ясными механизмы влияния конкурентного кровотока на прогрессирование атеросклероза после КШ и развития рестеноза в стентах нативных коронарных артерий, но, по нашему мнению, в случае восстановления нативной коронарной артерии следует добиться прекращения конкурентного кровотока, в том числе путем эмболизации измененного АВШ. Также следует применять ВСУЗИ при коррекции рестеноза стентов, так как внутрисосудистая визуализация позволяет выявить или исключить, например, механические причины, свя-

занные с неполным раскрытием стента или его деформацией.

Данный алгоритм реваскуляризации у пациентов с КШ в анамнезе (в зависимости от сложности поражения) имеет следующие ограничения: наличие у операционной команды достаточного опыта для выполнения сложных коронарных вмешательств, таких как хронические тотальные окклюзии коронарных артерий; наличие специального оборудования для дебалкинга при выраженном кальцинозе (ротабляция, специальные баллонные катетеры, устройства для литотрипсии и т. д.), а также оборудования для внутрисосудистой визуализации для оптимального стентирования. В случае подобных или иных ограничений можно рассмотреть первичное ЧКВ на АВШ, а затем восстановление нативного коронарного русла в центре, располагающем необходимым опытом, в отсроченном периоде для лучшего долгосрочного прогноза.

Заключение

Представленный клинический пример согласуется с имеющимися литературными данными и подтверждает следующие основные тезисы: АВШ дегенеративно меняется, что приводит к его диффузному поражению и является субстратом клинически значимого события; восстановление АВШ не всегда возможно или связано с высоким риском периперационных осложнений; шунтированная нативная коронарная артерия чаще всего характеризуется комплексным поражением, и ее восстановление требует определенного опыта оператора и инструментария; сохранение конкурентного кровотока через АВШ может приводить к дисфункции стентов шунтированной нативной коронарной артерии; ВСУЗИ является достоверным методом определения или исключения дефектов первичного стентирования; эмболизация АВШ является эффективной и безопасной процедурой при сохранении конкурентного кровотока после восстановления нативного русла.

Литература/References

1. Tatoulis J., Buxton B.F., Fuller J.A. Patencies of 2127 arterial to coronary conduits over 15 years. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77 (1): 93–101. DOI: 10.1016/s0003-4975(03)01331-6
2. Farag M., Gue Y.X., Brilakis E.S., Egred M. Meta-analysis comparing outcomes of percutaneous coronary intervention

- of native artery versus bypass graft in patients with prior coronary artery bypass grafting. *Am. J. Cardiol.* 2021; 140: 47–54. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.10.062
3. Xenogiannis I., Zenati M., Bhatt D.L., Rao S.V., Rodés-Cabau J., Goldman S. et al. Saphenous vein graft failure: from pathophysiology to prevention and treatment strategies. *Circulation.* 2021; 144 (9): 728–745. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.052163
4. Brilakis E.S., Lee M., Mehili J., Marmagkiolis K., Rodés-Cabau J., Sachdeva R. et al. Saphenous vein graft interventions. *Curr. Treat. Options. Cardiovasc. Med.* 2014; 16 (5): 301. DOI: 10.1007/s11936-014-0301-x
5. Brilakis E.S., Edson R., Bhatt D.L., Goldman S., Holmes D.R. Jr, Rao S.V. et al.; DIVA Trial Investigators. Drug-eluting stents versus bare-metal stents in saphenous vein grafts: a double-blind, randomised trial. *Lancet.* 2018; 391 (10134): 1997–2007. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30801-8
6. Rupprecht H.J., Hamm C., Ischinger T., Dietz U., Reimers J., Meyer J. Angiographic follow-up results of a randomized study on angioplasty versus bypass surgery (GABI trial). GABI Study Group. *Eur. Heart J.* 1996; 17 (8): 1192–1198. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a015036
7. Yoon S.H., Kim Y.H., Yang D.H., Roh J.H., Lee E.Y., Lee P.H. et al. Risk of new native-vessel occlusion after coronary artery bypass grafting. *Am. J. Cardiol.* 2017; 119 (1): 7–13. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.09.011
8. Xenogiannis I., Tajti P., Hall A.B., Alaswad K., Rinfret S., Nicholson W. et al. Update on cardiac catheterization in patients with prior coronary artery bypass graft surgery. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2019; 12 (17): 1635–1649. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.04.051
9. Hall A.B., Brilakis E.S. Saphenous vein graft failure: seeing the bigger picture. *J. Thorac. Dis.* 2019; 11 (Suppl. 9): S1441–S1444. DOI: 10.21037/jtd.2019.03.09
10. Xenogiannis I., Tajti P., Burke M.N., Brilakis E.S. Staged revascularization in patients with acute coronary syndromes due to saphenous vein graft failure and chronic total occlusion of the native vessel: a novel concept. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2019; 93 (3): 440–444. DOI: 10.1002/ccd.27978
11. Dautov R., Manh Nguyen C., Altisent O., Gibrat C., Rinfret S. Recanalization of chronic total occlusions in patients with previous coronary bypass surgery and consideration of retrograde access via saphenous vein grafts. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (7): e003515. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003515
12. 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
13. Wilson S.J., Hanratty C.G., Spence M.S., Owens C.G., Rigger J., Spratt J.C., Walsh S.J. Saphenous vein graft sacrifice following native vessel PCI is safe and associated with favourable longer-term outcomes. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2019; 20 (12): 1048–1052. DOI: 10.1016/j.carrev.2019.01.025
14. Hoogendoorn A., Kok A.M., Hartman E.M.J., de Nisco G., Casadonte L., Chiastra C. et al. Multidirectional wall shear

- stress promotes advanced coronary plaque development: comparing five shear stress metrics. *Cardiovasc. Res.* 2020; 116 (6): 1136–1146. DOI: 10.1093/cvr/cvz212
15. Clare J., Ganly J., Bursill C.A., Sumer H., Kingshott P., de Haan J.B. The mechanisms of restenosis and relevance to next generation stent design. *Biomolecules.* 2022; 12 (3): 430. DOI: 10.3390/biom12030430
16. Nguyen-Trong P.K., Alaswad K., Karpaliotis D., Lombardi W., Grantham J.A., Lembo N. et al. Use of saphenous vein bypass grafts for retrograde recanalization of coronary chronic total occlusions: insights from a multicenter registry. *J. Invasive Cardiol.* 2016; 28 (6): 218–224.
17. Kunkel K.J., Villablanca P., Alaswad K. Vein graft coil embolization and successful retrieval with a micro-snare. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2021; 28S: 78–80. DOI: 10.1016/j.carrev.2021.03.014
18. Пилтакян В.Х., Даутов Р.Ф., Тепляков Д.В., Жердев Н.Н. Методика усиления поддержки проводникового катетера 0,035" проводником при сложных чрескожных коронарных вмешательствах. *Эндоваскулярная хирургия.* 2022; 9 (3): 266–272. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-266-272
19. Piltakyan V.Kh., Dautov R.F., Teplyakov D.V., Zherdev N.N. Armored guiding catheter technique for balloon and stent delivery in complex and challenging lesions. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2022; 9 (3): 266–272 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-266-272
19. Writing Committee Members; Lawton J.S., Tamis-Holland J.E., Bangalore S., Bates E.R., Beckie T.M., Bischoff J.M. et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79 (2): e21–e129. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.006

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.2-089.819.1-06

Непосредственные и шестимесячные исходы бифуркационного стентирования коронарных артерий с применением техники Culotte

Д.Д. Сохибов, Х.Г. Фозилов, Б.А. Юлдашов✉, Б.Р. Атамуратов

Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр кардиологии, Ташкент, Узбекистан

Сохибов Дилшодбек Давронович, интервенционный кардиолог; orcid.org/0009-0001-6253-330X

Фозилов Хуршид Гайратович, канд. мед. наук, директор; orcid.org/0000-0001-9195-7649

✉ **Юлдашов Бахтиёр Абдуганиевич**, канд. мед. наук, руководитель отделения

эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний, интервенционный кардиолог;

orcid.org/0000-0002-5147-4797, e-mail: ybaxtiyorjon@gmail.com

Атамуратов Бахтиёр Ражаббаевич, интервенционный кардиолог; orcid.org/0009-0004-0241-4263

Резюме

Представлен случай успешного бифуркационного стентирования коронарных артерий по технике Culotte у пациента 57 лет с ишемической болезнью сердца.

Исследование проведено в два этапа. На первом этапе выполнено стентирование передней нисходящей и диагональной артерий с использованием техники Culotte у пациента с острым инфарктом миокарда. Второй этап включал стентирование правой коронарной артерии через 6 мес. Оценка результатов проводилась на основании ангиографии и эхокардиографии, выполненных сразу после первой процедуры, а также через 3 и 6 мес.

По завершении первого этапа отмечено полное восстановление кровотока без остаточного стеноза. Через 6 мес после второго этапа не выявлено признаков рестеноза или тромбоза, что подтверждает долгосрочную эффективность методики Culotte. В течение наблюдения отмечено значительное улучшение функции левого желудочка, о чем свидетельствует увеличение фракции выброса.

Полученные результаты подтверждают целесообразность использования техники бифуркационного стентирования Culotte в клинической практике.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, бифуркационное стентирование, техника Culotte, коронарные артерии

Для цитирования: Сохибов Д.Д., Фозилов Х.Г., Юлдашов Б.А., Атамуратов Б.Р. Непосредственные и шестимесячные исходы бифуркационного стентирования коронарных артерий с применением техники Culotte. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 487–496. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-487-496

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.10.2024
Принята к печати 09.12.2024

Primary and 6-month follow-up results of coronary artery bifurcation stenting using the Culotte technique

D.D. Sokhibov, Kh.G. Fozilov, B.A. Yuldashov✉, B.R. Atamuratov

Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, Tashkent, Uzbekistan

Dilshodbek D. Sokhibov, Interventional Cardiologist; orcid.org/0009-0001-6253-330X

Khurshid G. Fozilov, Cand. Med. Sci., Director; orcid.org/0000-0001-9195-7649

✉ **Bakhtier A. Yuldashov**, Cand. Med. Sci., Head of Department of Endovascular Treatment

of Cardiovascular Diseases, Interventional Cardiologist; orcid.org/0000-0002-5147-4797,

e-mail: ybaxtiyorjon@gmail.com

Bakhtier R. Atamuratov, Interventional Cardiologist; orcid.org/0009-0004-0241-4263

Abstract

The article presents a case of successful bifurcation stenting of coronary arteries using the Culotte technique in a 57-year-old patient with coronary artery disease.

The study was conducted in two stages. The first stage involved the stenting of the left anterior descending artery and the diagonal artery in a patient with acute myocardial infarction using the Culotte technique. The second stage

took place six months later and included the stenting of the right coronary artery. The results were evaluated based on angiography and echocardiography performed immediately after the first procedure and at 3 and 6 months.

After the first stage, complete blood flow restoration and the absence of residual stenosis were observed. Six months after the second stage of stenting, no signs of restenosis or stent thrombosis were detected, confirming the long-term effectiveness of the Culotte technique. Significant improvement in left ventricular function was also recorded during the observation period, as evidenced by an increase in ejection fraction.

The obtained results confirm the feasibility of using the Culotte bifurcation stenting technique in clinical practice.

Keywords: coronary artery disease, bifurcation stenting, Culotte technique, coronary arteries

For citation: Sokhibov D.D., Fozilov Kh.G., Yuldashov B.A., Atamuratov B.R. Primary and 6-month follow-up results of coronary artery bifurcation stenting using the Culotte technique. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 487–496. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-487-496

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

Received October 23, 2024

Accepted December 9, 2024

Введение

Бифуркационные поражения – это сложные анатомические структуры, где атеросклеротическое поражение локализуется в месте разветвления коронарной артерии на основной ствол и боковую ветвь. Эта анатомическая особенность представляет серьезную техническую сложность при проведении чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ).

Согласно данным крупных исследований, бифуркационные поражения встречаются примерно у 15–20% пациентов, которым требуется ЧКВ [1, 2]. Это значит, что примерно каждый пятый пациент, нуждающийся в коронарной ангиопластике, имеет бифуркационное поражение.

Ключевые особенности бифуркационных поражений [3, 4]:

1) локализация поражения в месте разветвления коронарной артерии на два русла – основной ствол и боковую ветвь;

2) высокая вероятность вовлечения боковой ветви в атеросклеротический процесс;

3) сложная трехмерная геометрия бифуркации, которая затрудняет визуализацию и доступ к боковой ветви во время ЧКВ;

4) повышенный риск развития осложнений, таких как диссекция, острая окклюзия боковой ветви, рестеноз.

Эти особенности бифуркационных поражений требуют от интервенционного кардиолога высокого уровня мастерства и применения специальных техник стентирования, чтобы добиться оптимального результата и сохранить кровотоки в обоих сосудах.

К основным техникам стентирования бифуркационных поражений относятся [1, 5]:

1. Техника Culotte. Последовательная установка двух стентов – один стент в основной ствол, второй, проведенный через ячейки первого стента, – в боковую ветвь. Затем выполняется постдилатация стентов в области бифуркации.

2. Техника T-stenting. Предполагает установку первого стента в основной ствол, затем второй стент проводится перпендикулярно через ячейки первого стента в боковую ветвь, образуя конфигурацию буквы T.

3. Техника Crush. Стент устанавливается сначала в боковую ветвь, затем основной стент «раздавливает» (crush) стент боковой ветви, фиксируя его в области бифуркации.

4. Техника Kissing-stent. Предполагает одновременную установку двух стентов – в основной ствол и в боковую ветвь. Стенты должны быть соразмерны и точно позиционированы относительно бифуркации.

Выбор конкретной техники определяется индивидуальными особенностями бифуркационного поражения, его протяженностью, вовлечением боковой ветви, а также опытом и предпочтениями оператора. Применение специальных техник стентирования требует высокого мастерства и тренированности интервенционного кардиолога, так как они сопряжены с определенными техническими сложностями и повышенными рисками осложнений.

Последовательная установка двух стентов при технике Culotte позволяет добиться плотного прилегания стентов к стенкам сосудов в области бифуркации. Это снижает риск дис-

секции и улучшает проксимальное и дистальное расширение стентов [3, 5, 6]. Применение данной техники обеспечивает хорошую проходимость как основного ствола, так и боковой ветви, позволяя сохранить кровоток в обоих сосудах. Это особенно важно, поскольку окклюзия боковой ветви является одним из наиболее серьезных осложнений при ЧКВ бифуркационных поражений [1, 4]. Кроме того, при необходимости техника Culotte дает возможность получить доступ к боковой ветви, например, для проведения повторного вмешательства или оценки кровотока. Это обеспечивает больше гибкости при последующем ведении пациента [3, 7].

Таким образом, техника Culotte позволяет добиться хорошей геометрии бифуркации, защитить боковую ветвь и сохранить возможность доступа к ней в дальнейшем, что делает ее одним из ведущих методов стентирования бифуркационных поражений коронарных артерий.

В данной статье представлен клинический случай бифуркационного стентирования коронарных артерий по технике Culotte и проведения оценки непосредственных и отдаленных результатов через 6 мес после процедуры.

Описание случая

Пациент 57 лет поступил в кардиологическое отделение с жалобами на боли за грудной клеткой, давящего характера, возникающие при ходьбе на расстояние 80–100 м, купирующиеся в покое. 26.01.2024 г. пациент поступил в приемный покой Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра кардиологии (РСНПМЦК) в связи с сильной болью в области сердца, появившейся после физической нагрузки. Был поставлен диагноз ИБС. Острый инфаркт миокарда передней стенки ЛЖ. При осмотре в этот же день врачами отделения кардиореанимации был поставлен диагноз: ИБС. ОИМ переднеперегородочной стенки ЛЖ. Ранняя постинфарктная стенокардия. ГБ III стадии. АГ I степени. Риск IV (очень высокий). ХСН 2А стадии. ФК III (по NYHA). После чего пациент был госпитализирован в отдел рентгенэндоваскулярной хирургии.

Пациент отрицает наличие сахарного диабета, артериальной гипертензии, ранее перенесенного инфаркта и инсульта в анамнезе, а также наличие вредных привычек.

Предоперационная диагностика

Пациенту были проведены стандартные предоперационные исследования, включающие электрокардиографию (ЭКГ), эхокардиографию (ЭхоКГ) и коронароангиографию (КАГ).

По данным ЭКГ у пациента выявлены очаговые изменения по передней и задней стенке левого желудочка, в отведениях V3-V4 определяются QS-комплекс, а также блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса.

Эхокардиографическое исследование показало, что конечный диастолический размер (КДР) составляет 5,5 см, конечный систолический размер (КСР) – 4,0 см, конечный диастолический объем (КДО) – 149 мл, конечный систолический объем (КСО) – 73 мл, фракция выброса (ФВ) – 51,01%. Отмечается гипокинезия всех сегментов передней, задней перегородочной и апикальных частей.

На коронарографии выявлено следующее (рис. 1): ствол левой коронарной артерии (СЛКА) без изменений; в передней нисходящей артерии (ПНА) определяется функциональная окклюзия в проксимальном сегменте, постокклюзионные сегменты заполняются по внутрисистемным и межсистемным коллатералям; в диагональной артерии (ДА) 99% субтотальный стеноз в устье; огибающая артерия (ОА) без изменений; в правой коронарной артерии (ПКА) определяется 80–85% стеноз в проксимальном сегменте. Тип кровоснабжения – правый. Оценка по стратификационной шкале SYNTAX Score I низкая (20,5 балла).

Процедура стентирования по технике Culotte

Процедура стентирования была выполнена в два этапа.

Первый этап: стентирование передней нисходящей артерии и диагональной артерии по технике Culotte.

Операция проводилась под местной анестезией через трансрадиальный доступ. Ход операции включал следующие этапы:

1. Пункция и ангиография:
 - под местной анестезией (Sol. Lidocaini 2% – 2 мл) была выполнена пункция правой лучевой артерии, установлен интродьюсер 6 Fr;
 - через интродьюсер введена гепариновая смесь (10 000 МЕ);
 - в устье левой основной коронарной артерии установлен направляющий катетер.

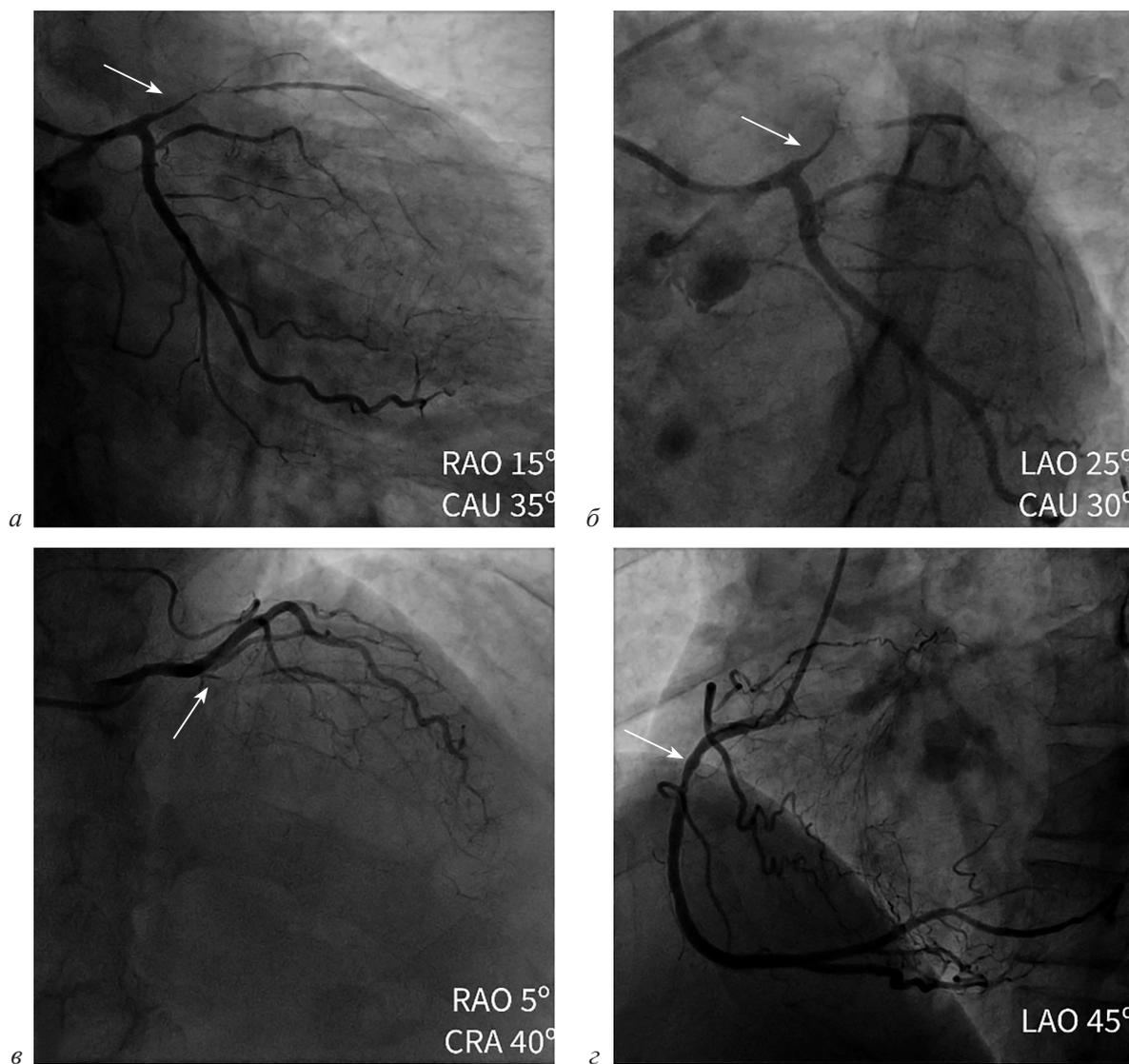


Рис. 1. Диагностическая КАГ:

а – ЛКА, правая каудальная проекция; *б* – ЛКА, проекция Spider; *в* – ЛКА, правая краниальная проекция; *з* – ЛКА, левая косая проекция; стрелками указано место окклюзии и стеноза пораженной артерии

2. Предварительная дилатация диагональной артерии (рис. 2, *а*, *б*):

- первый коронарный проводник ASAHI Sion Blue был проведен через стенозированный участок до дистальной части ДА;
- проведена преддилатация реканализированного участка с помощью баллонного катетера 2,0×20 мм под давлением 8–10 атм.

3. Предварительная дилатация передней нисходящей артерии (рис. 2, *в*, *з*):

- коронарный проводник ASAHI XT-R проведен через окклюзированный участок ПНА до дистальной части артерии;
- проведена преддилатация реканализированного участка с помощью баллонного катетера 2,0×20 мм под давлением 10–16 атм.

4. Установка первого стента:

- имплантирован стент DES 2,75×26 мм под давлением 20 атм с ПНА на ДА (рис. 3, *а*);
- проксимальная часть стента была постдилатирована по технике POT с использованием баллонного катетера высокого давления 3,5×10 мм под давлением 24 атм (рис. 3, *б*).

5. Расширение ячеек стента и установка второго стента:

- проведена техника Re-wiring;
- ячейки стента были расширены с помощью баллонных катетеров 2,0×20 мм;
- установка стента DES 3,0×38 мм под давлением 18 атм по технике Culotte (рис. 3, *в*);
- проксимальная часть стента была постдилатирована по технике POT с использова-

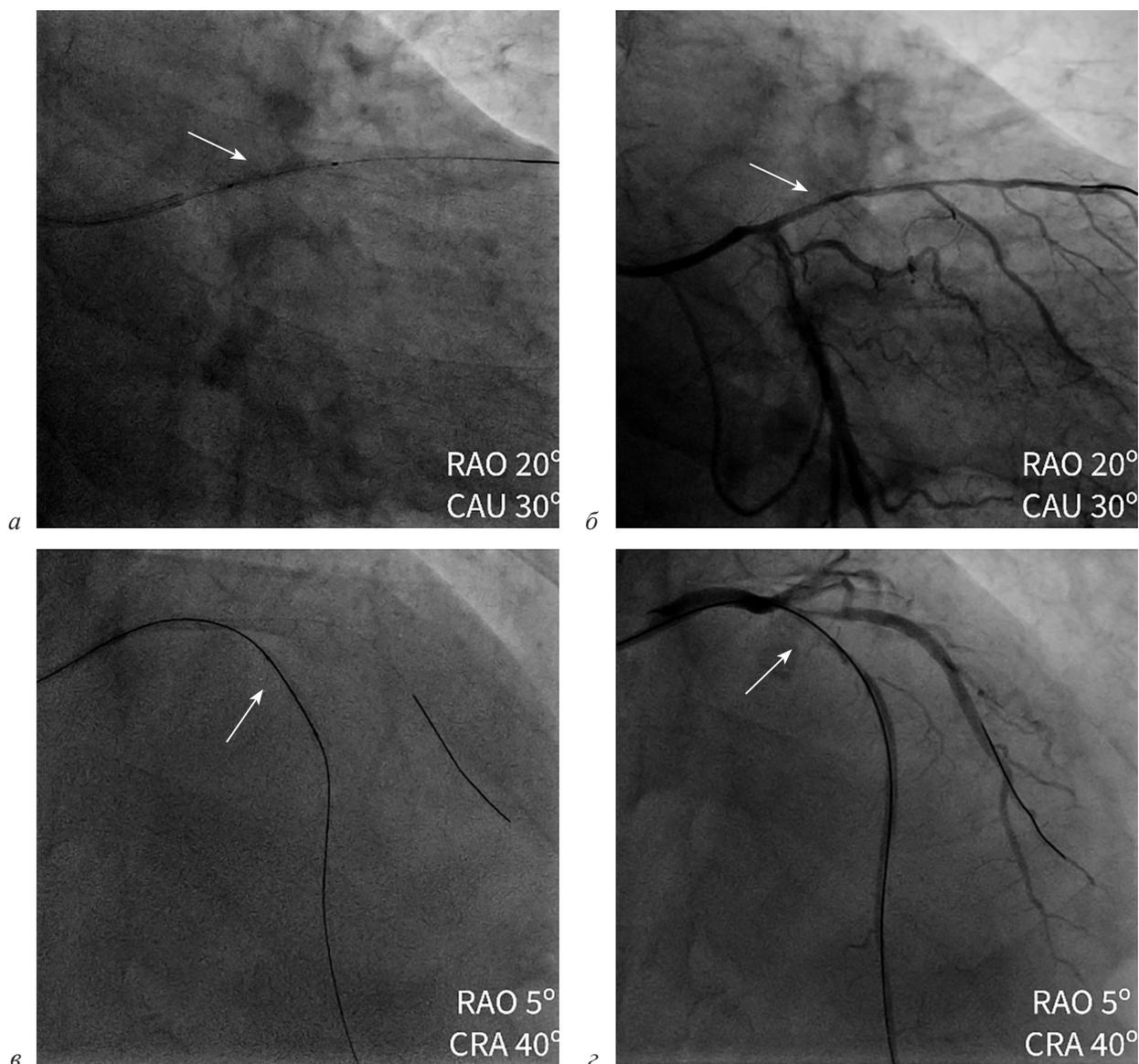


Рис. 2. Предварительная дилатация ДА и ПНА:

а – проведение коронарного проводника до дистальной части ДА и преддилатация стенозированного участка баллонным катетером $2,0 \times 20$ мм (стрелкой указан баллон); *б* – результат после преддилатации ДА (стрелкой указан дилатированный участок); *в* – реканализация окклюзии ПНА и преддилатация реканализированного участка баллонным катетером $2,0 \times 20$ мм (стрелкой указан баллон); *г* – результат после реканализации и преддилатации ПНА (стрелкой указан дилатированный участок)

нием баллонного катетера высокого давления $3,5 \times 10$ мм под давлением 24 атм (рис. 3, *г*).

6. Финальная дилатация:

– выполнена постдилатация бифуркации по технике *Kissing-balloons* с использованием баллонных катетеров высокого давления $2,75 \times 15$ мм и $3,5 \times 10$ мм под давлением 12 и 10 атм соответственно (рис. 4, *а*);

– проксимальная часть стента была постдилатирована по технике *ROT* с использованием баллонного катетера высокого давления $3,5 \times 10$ мм под давлением 24 атм (рис. 4, *б*).

7. Контрольная ангиография:

– при контрольной ангиографии остаточный стеноз и диссекция не выявлены (рис. 4, *в, г*);

– кровотоки по шкале TIMI 3; результат ангиографического вмешательства хороший.

Вспомогательные устройства удалены, наложена асептическая повязка. Пациент переведен в отделение для дальнейшего наблюдения.

Второй этап: стентирование правой коронарной артерии через 6 мес.

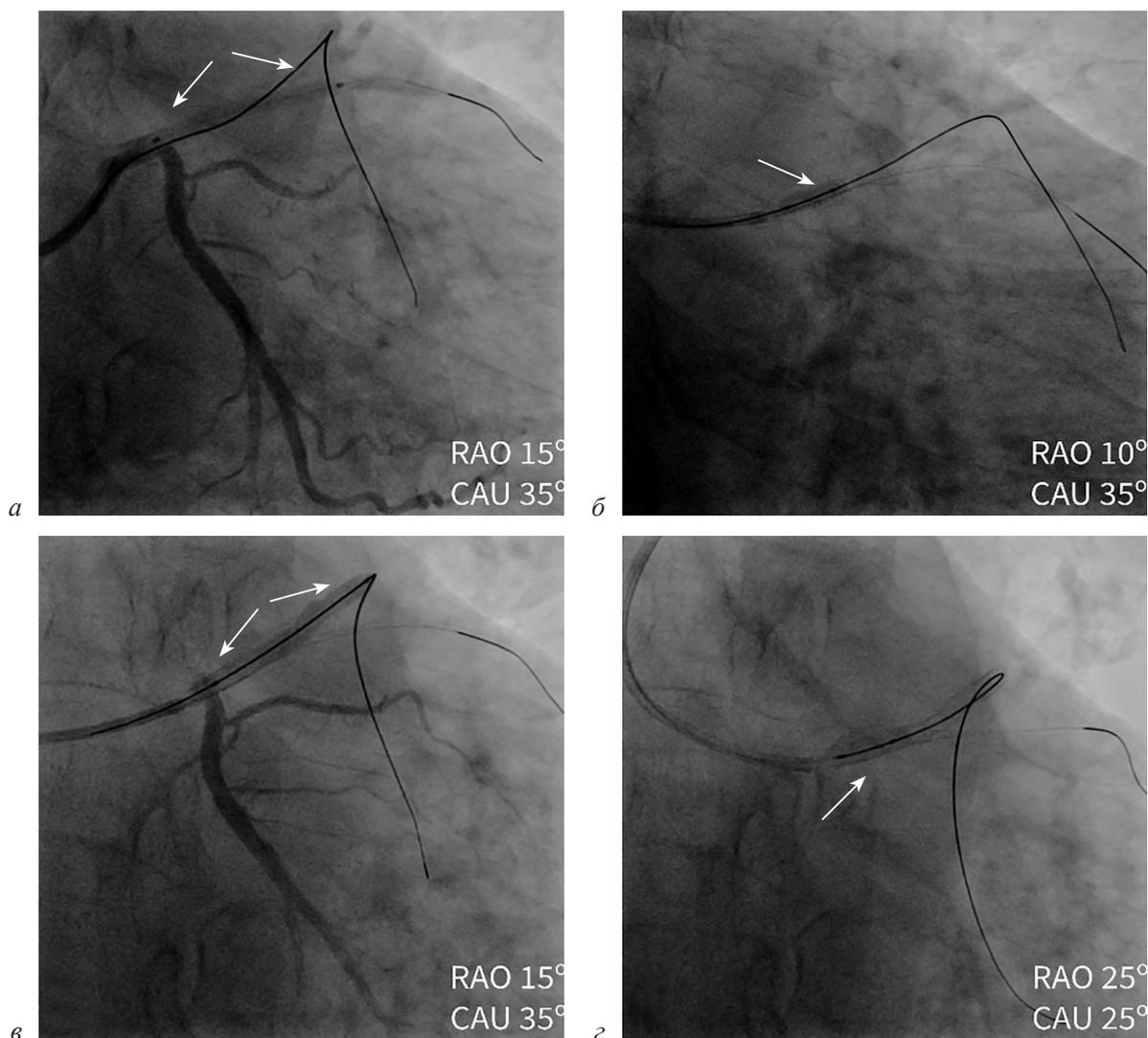


Рис. 3. Имплантация стентов:

а – имплантация DES 2,75 × 26 мм с ПНА с переходом на ДА (стрелками указан стент); *б* – проксимальная оптимизация стента по технике POT с баллонным катетером высокого давления 3,5 × 10 мм (стрелкой указан баллон); *в* – имплантация DES 3,0 × 38 мм на ПНА по технике Culotte (стрелками указан стент); *г* – проксимальная оптимизация второго стента по технике POT с баллонным катетером высокого давления 3,5 × 10 мм (стрелкой указан баллон)

Через 6 мес после первой процедуры пациент был госпитализирован в отделение рентгенэндоваскулярной хирургии с жалобами на дискомфорт в области грудной клетки, появляющийся после длительной физической нагрузки и купирующийся приемом нитратов. Проведено повторное обследование, включающее ЭКГ, ЭхоКГ и КАГ.

По данным ЭКГ у пациента выявлены рубцовые изменения переднеперегородочного участка левого желудочка, а также неполная блокада левой ножки пучка Гисса.

Эхокардиографическое исследование показало следующее: КДР 5,1 см, КСР 3,6 см, КДО 104 мл, КСО 41 мл, ФВ 60,58%. Глобаль-

ная сократимость левого желудочка сохранена, участков гипокинезии не обнаружено.

Согласно результатам коронарографии (рис. 5), СЛКА без изменений. В передней нисходящей артерии в проксимальном и среднем сегментах визуализируются ранее имплантированные стенты без признаков рестеноза. В диагональной артерии в проксимальной трети также определяется ранее установленный стент без признаков рестеноза. Огибающая артерия без изменений. В правой коронарной артерии выявлен стеноз 80–85% в проксимальном сегменте.

Процедура стентирования ПКА включала:

1) преддилатацию и имплантацию стента:

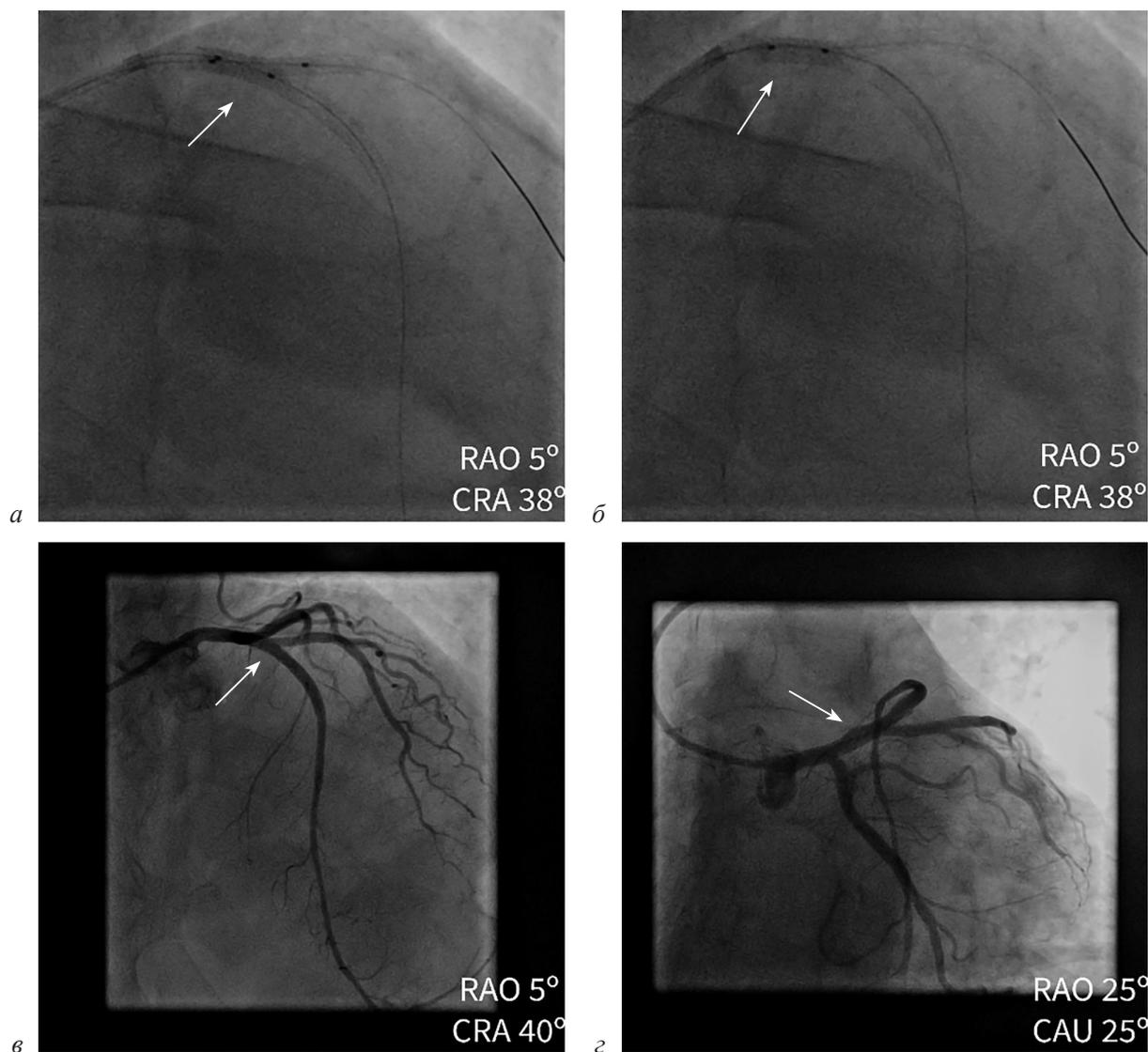


Рис. 4. Финальная дилатация и непосредственный результат:

a – постдилатация бифуркации по технике Kissing-balloons с баллонными катетерами высокого давления $2,75 \times 15$ и $3,5 \times 10$ мм (стрелкой указаны баллоны); *б* – финальная проксимальная оптимизация по технике POT с баллонным катетером $3,5 \times 10$ мм (стрелкой указан баллон); *в*, *г* – финальная ангиография без признаков остаточного стеноза и диссекции (стрелками указаны имплантированные стенты)

– проведена преддилатация стенозированного участка ПКА баллонным катетером $2,75 \times 10$ мм под давлением 12–14 атм (рис. 6, *a*),

– имплантирован стент DES размером $4,0 \times 24$ мм под давлением 14–16 атм (рис. 6, *б*);

2) проксимальную оптимизацию:

– выполнена проксимальная оптимизация баллонным катетером высокого давления $4,0 \times 8$ мм под давлением 18–20 атм (рис. 6, *в*),

– при контрольной ангиографии остаточный стеноз и диссекция не выявлены (рис. 6, *г*),

– кровоток по шкале TIMI 3; результат ангиографического вмешательства хороший.

Вспомогательные устройства удалены, наложена асептическая повязка. Пациент переведен в отделение для дальнейшего наблюдения.

Процедура прошла без осложнений, пациент был выписан в удовлетворительном состоянии.

Непосредственные результаты после первого этапа стентирования показали следующее. Достигнута полная реканализация пораженных артерий. Кровоток по шкале TIMI 3 восстановлен. Не выявлено остаточного стеноза или диссекции. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии на 3-й день после операции.

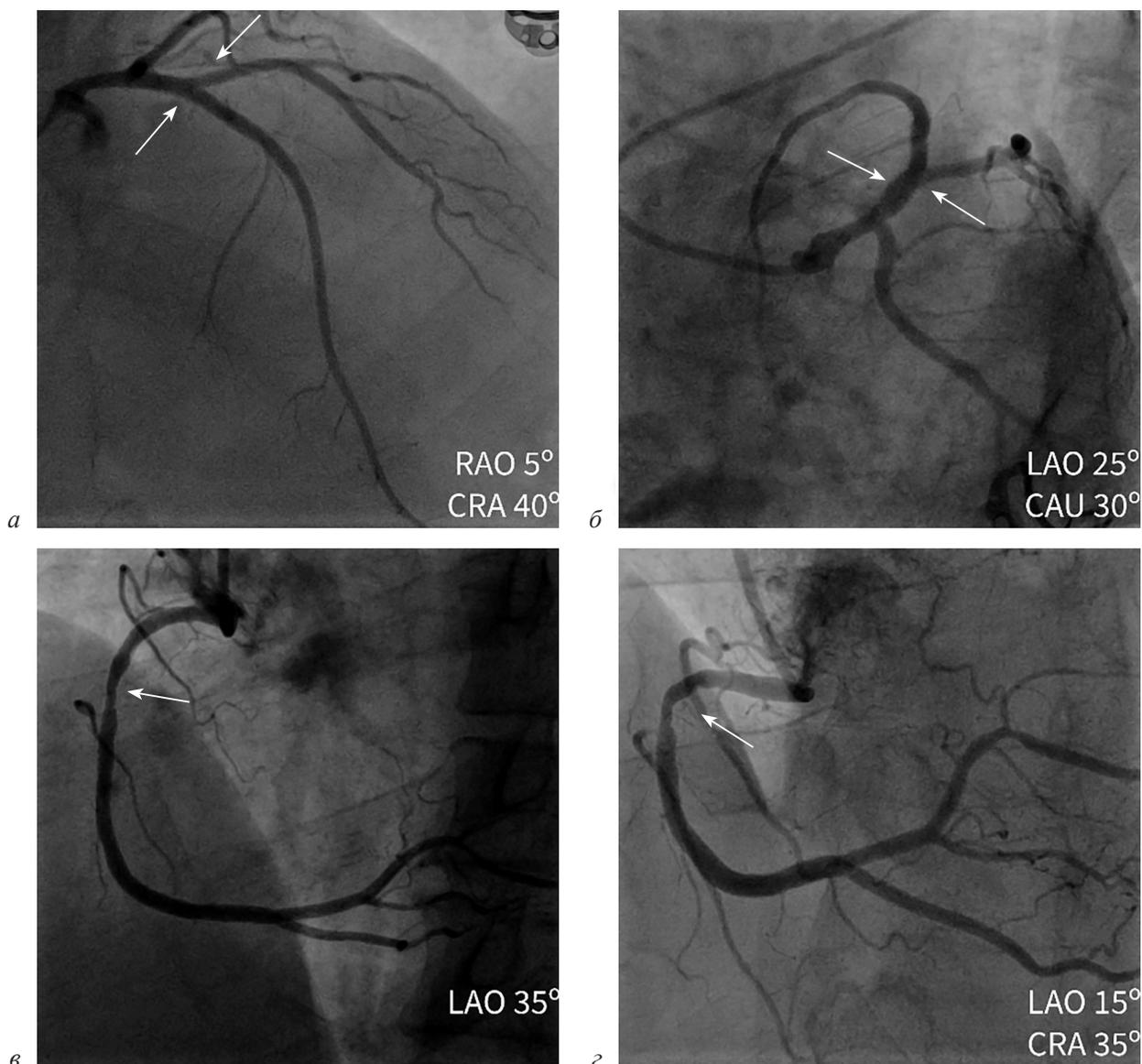


Рис. 5. Диагностическая КАГ на втором этапе лечения через 6 мес:

а – ранее имплантированные стенты (указаны стрелками) без признаков рестеноза и тромбоза; *б* – ранее имплантированные стенты (указаны стрелками), устья ПКА и ДА без признаков рестеноза и тромбоза; *в*, *г* – ПКА: в проксимальном сегменте стеноз 80–85% (указан стрелкой)

Промежуточные результаты наблюдений через 1 и 3 мес после первого этапа процедуры. По данным ЭКГ, сохраняются рубцовые изменения переднеперегородочного участка левого желудочка, определяется неполная блокада левой ножки пучка Гиса. Согласно результатам эхокардиографического исследования, КДР составил 5,3 см, КСР – 3,8 см, КДО – 120 мл, КСО – 52 мл, ФВ – 56,66%. Глобальная сократимость левого желудочка была сохранена, участки гипокинезии не обнаружены.

Результаты после второго этапа стентирования правой коронарной артерии через

6 мес были следующими. Достигнуто полное устранение гемодинамически значимого стеноза пораженной артерии. Кровоток по шкале ТИМІ 3 восстановлен. Не выявлено остаточного стеноза или диссекции. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии на 3-й день после операции.

Наблюдается значительное улучшение функции левого желудочка в виде увеличения фракции выброса с 51,01 до 60,58%.

Динамика показателей ЭхоКГ-исследования при поступлении, после первого и второго этапов стентирования представлена на рисунке 7.

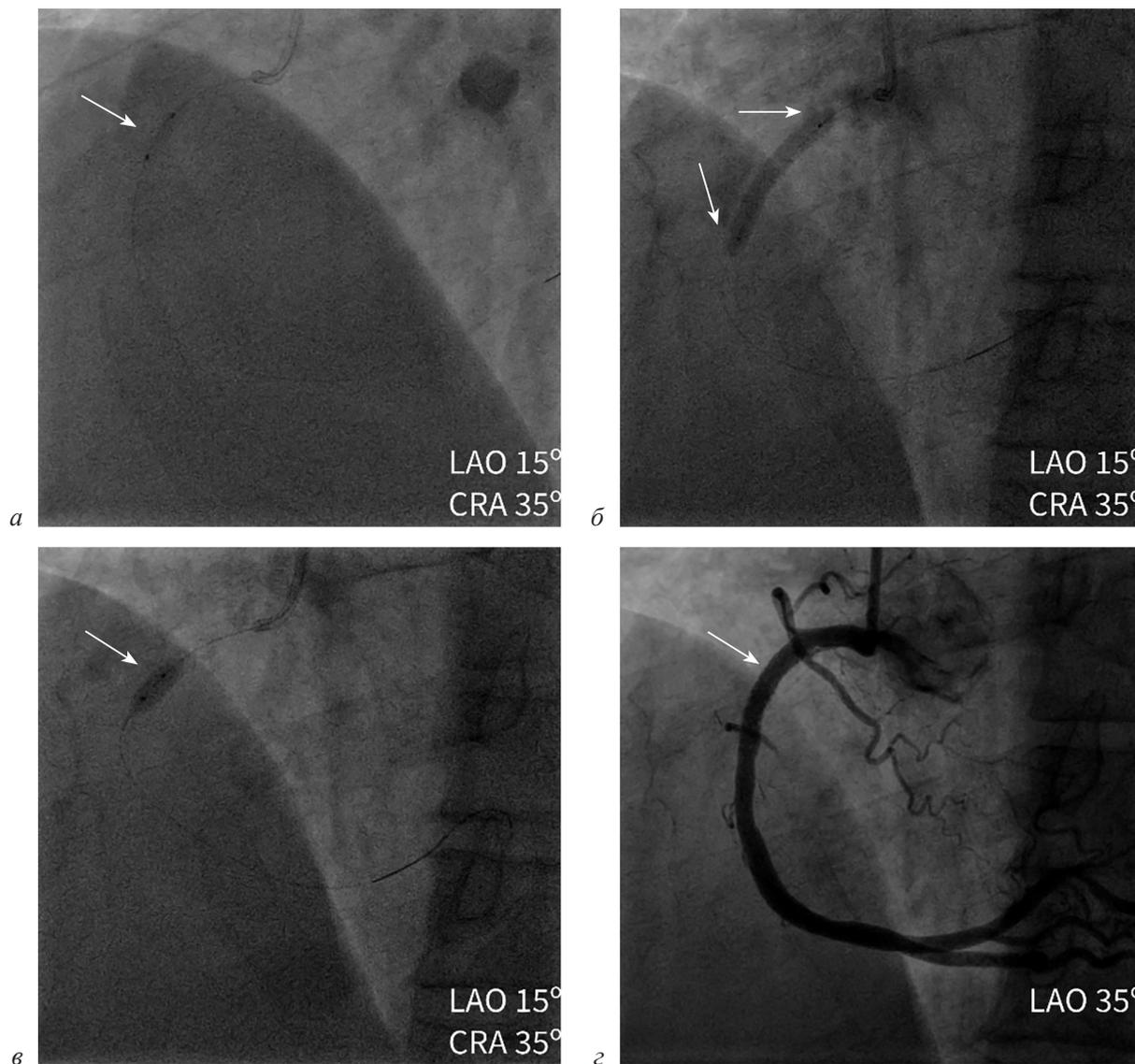


Рис. 6. Ангиопластика и стентирование ПКА:

a – преддилатация стенозированного участка ПКА баллонным катетером высокого давления 2,75 × 10 мм (стрелкой указан баллон); *б* – имплантация DES 4,0 × 24 мм на стенозированный участок ПКА (стрелками указан стент); *в* – проксимальная оптимизация стента по технике POT баллонным катетером высокого давления 4,0 × 8 мм (стрелкой указан баллон); *г* – финальная ангиография ПКА без признаков остаточного стеноза и диссекции (стрелкой указан имплантированный стент)

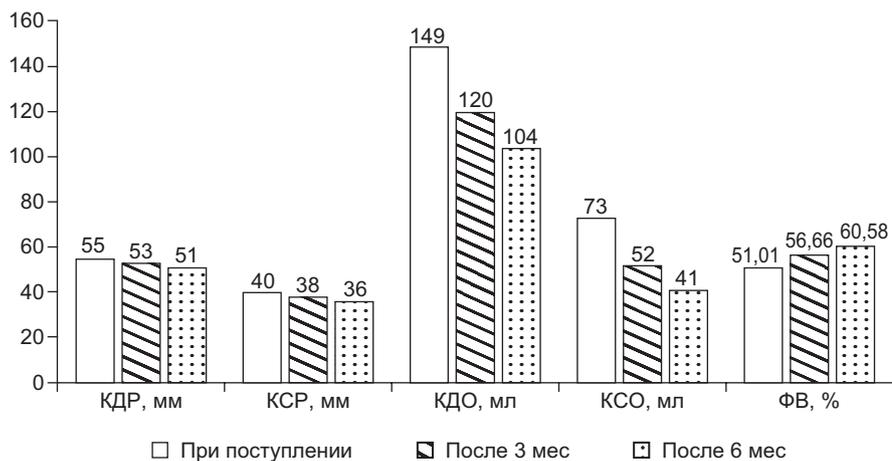


Рис. 7. Динамика показателей ЭхоКГ

Обсуждение

Бифуркационные поражения коронарных артерий представляют собой один из наиболее сложных видов атеросклеротического поражения и встречаются у 15–20% пациентов, направляемых на чрескожные коронарные вмешательства [4, 5]. Вовлечение боковой ветви в зону поражения сопряжено с более высоким риском неблагоприятных исходов, в том числе развития рестеноза, тромбоза стента и необходимости повторной реваскуляризации [6, 7].

Техника Culotte является одним из методов стентирования бифуркационных поражений, при котором стенты имплантируются параллельно в основной и боковой сосуды с последующей оптимизацией результата [6]. Ряд исследований продемонстрировали эффективность и безопасность применения данной методики.

В метаанализе 12 исследований с участием 3844 пациентов было показано, что техника Culotte ассоциирована с более низким уровнем смертности (ОШ 0,59, 95% ДИ 0,37–0,95), инфаркта миокарда (ОШ 0,65, 95% ДИ 0,46–0,93) и тромбоза стента (ОШ 0,64, 95% ДИ 0,43–0,96) по сравнению с другими методиками бифуркационного стентирования [3, 4]. В другом исследовании с участием 354 пациентов применение Culotte также продемонстрировало хорошие клинические исходы при наблюдении в течение 2 лет, с частотой основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий 15,5% [2, 6].

В представленном нами клиническом случае использование техники Culotte при первичном вмешательстве на ПНА и ДА, а также последующее стентирование ПКА позволили достичь полной реваскуляризации миокарда и восстановления адекватного кровотока. Сохранение глобальной сократимости ЛЖ и отсутствие значительных осложнений свидетельствуют о целесообразности и безопасности этого подхода. Полученные результаты согласуются с данными других авторов и подтверждают эффективность двухэтапного бифуркационного стентирования с применением техники Culotte в лечении пациентов с множественным поражением коронарного русла.

Выводы

1. Бифуркационные поражения коронарных артерий представляют собой один из наиболее сложных видов атеросклеротического

поражения, требующих особого подхода к реваскуляризации миокарда.

2. Техника Culotte является эффективным методом бифуркационного стентирования, позволяющим добиться полной реканализации пораженных артерий и восстановления адекватного кровотока.

3. Данные многочисленных исследований демонстрируют, что применение техники Culotte при бифуркационном стентировании ассоциировано с низкими показателями смертности, инфаркта миокарда и тромбоза стента в сравнении с другими методиками.

4. Представленный клинический случай подтверждает эффективность и безопасность двухэтапного бифуркационного стентирования с использованием техники Culotte у пациента с множественным поражением коронарного русла. Достижение полной реваскуляризации миокарда и сохранение глобальной сократимости левого желудочка свидетельствуют о целесообразности данного подхода.

5. Результаты приведенного клинического случая согласуются с данными других авторов, что позволяет рекомендовать двухэтапное бифуркационное стентирование с применением техники Culotte в качестве эффективного и безопасного метода реваскуляризации миокарда у пациентов с множественным поражением коронарного русла.

Литература/References

1. Brar S.S., Gray W.A., Dangas G., Leon M.B., Aharonian V.J., Brar S.K., Moses J.W. Bifurcation stenting with drug-eluting stents: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *EuroIntervention*. 2009; 5 (4): 475–484. DOI: 10.4244/eijv5i4a76
2. Sheiban I., Pompa J.J., Biondi-Zoccai G. Bifurcation lesions: an update. *Cardiol. Clin.* 2020; 38 (1): 79–91.
3. Burzotta F., Lassen J.F., Banning A.P., Lefèvre Th., Hildick-Smith D., Chieffo A. et al. Percutaneous coronary intervention in left main coronary artery disease: the 13th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2018; 14 (1): 112–120. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00357
4. Hildick-Smith D., Lassen J.F., Albiero R. Consensus from the 11th European Bifurcation Club meeting. *EuroIntervention*. 2016; 12 (1).
5. Lassen J.F., Holm N.R., Banning A., Burrotta F., Lefèvre Th., Chieffo A. et al. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease: 11th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2016; 12 (1): 38–46. DOI: 10.4244/EIJV12I1A7
6. Zheng X.W., Zhao D.H., Peng H.Y., Fan Q., Ma Q., Xu Z.Y. et al. Randomized comparison of the crush versus the culotte stenting for coronary artery bifurcation lesions. *Chin. Med. J (Engl)*. 2016; 129 (5): 505–510. DOI: 10.4103/0366-6999.176997
7. Louvard Y., Lefèvre T., Morice M.C. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary disease. *Heart*. 2004; 90 (6): 713–722. DOI: 10.1136/hrt.2002.007682

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.132.14-053.2-007.272-089.819.5

Успешное многоэтапное эндоваскулярное лечение обструкции готической дуги аорты на фоне множественных гемангиом у ребенка с синдромом PHACE начиная с пятимесячного возраста

М.Г. Пурсанов¹, А.В. Бедин¹✉, М.А. Абрамян^{1,2}, Д.Б. Пардаев¹,
М.М. Курако¹, С.О. Ефремов¹

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

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

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

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

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

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

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

Ефремов Сергей Олегович, канд. мед. наук, врач – детский кардиолог; orcid.org/0000-0001-9695-8800

Резюме

Более 40% пациентов с синдромом PHACE (врожденным заболеванием, при котором ведущим симптомом являются гемангиомы на лице ребенка) имеют пороки развития сердечно-сосудистой системы, что значительно больше, нежели при других генетических синдромах, сопровождающихся врожденными пороками сердца. Коарктация аорты наиболее часто встречается при синдроме PHACE и зачастую сочетается с патологией развития дуги аорты и отходящих брахиоцефальных сосудов. В данной работе представлен не описанный ранее многоэтапный подход комбинированного эндоваскулярного и медикаментозного лечения обструктивной патологии дуги аорты в сочетании с множественными гемангиомами лица, шеи и переднего средостения. Ребенку в возрасте 5 мес при массе тела 6,7 кг сначала было выполнено стентирование готической дуги аорты баллонорасширяемым стентом Valeo диаметром 6 мм с армированием устья правой общей сонной артерии (ОСА) и правой позвоночной артерии (ПА), отходящей от дуги аорты. Затем начато медикаментозное лечение гемангиом. В дальнейшие 4 года жизни, по мере роста ребенка, потребовалось проведение трех баллонных дилатаций ранее установленного стента (последняя – баллоном 12 мм, с дилатацией ячеек стента, перекрывающих устья правой ОСА и правой ПА), с хорошим гемодинамическим результатом. За это время произошел полный регресс гемангиом. Таким образом, была показана возможность многоэтапного эндоваскулярного лечения обструктивного поражения дуги аорты в сочетании с синдромом PHACE с помощью стентирования и последующих баллонных дилатаций стента в связи с ростом ребенка и относительным рестенозом. В некоторых случаях представленный алгоритм лечения может быть рассмотрен как безопасная альтернатива сложным открытым хирургическим вмешательствам.

Ключевые слова: множественные гемангиомы, стентирование дуги и перешейка аорты, готическая дуга аорты, синдром PHACE

Для цитирования: Пурсанов М.Г., Бедин А.В., Абрамян М.А., Пардаев Д.Б., Курако М.М., Ефремов С.О. Успешное многоэтапное эндоваскулярное лечение обструкции готической дуги аорты на фоне множественных гемангиом у ребенка с синдромом PHACE начиная с пятимесячного возраста. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 497–506. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-497-506

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.10.2024
Принята к печати 12.11.2024

Successful multi-stage endovascular treatment of obstruction of the gothic aortic arch with multiple hemangiomas in a child with PHACE syndrome starting from the age of 5 months

M.G. Pursanov¹, A.V. Bedin¹✉, M.A. Abramyan^{1,2}, D.B. Pardaev¹, M.M. Kurako¹, S.O. Efremov¹

¹ Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

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

✉ **Aleksey V. Bedin**, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-8489-6438,

e-mail: alekseybedin@gmail.com

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

Davronbek B. Pardaev, Endovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6758-1266

Mariya M. Kurako, Cand. Med. Sci., Functional Diagnostics Doctor, Ultrasonic Diagnostician;

orcid.org/0000-0002-1100-1506

Sergey O. Efremov, Cand. Med. Sci., Pediatric Cardiologist; orcid.org/0000-0001-9695-8800

Abstract

More than 40% of patients with PHACE syndrome have malformations of the cardiovascular system, which is significantly higher than other genetic syndromes determined with congenital heart defects. Coarctation of the aorta is most common in PHACE syndrome and is often combined with pathology of the development of the aortic arch and outgoing brachiocephalic vessels (BCV). This article presents a previously undescribed multi-stage approach of combined endovascular and drug treatment of obstructive pathology of the aortic arch in combination with multiple hemangiomas of the face, neck and anterior mediastinum. A child aged 5 months with a weight of 6.7 kg was first stented with a gothic aortic arch with a balloon-expandable Valeo stent with a diameter of 6 mm with reinforcement of the mouth of the right common carotid artery (CCA) and the right vertebral artery (VA) extending from the aortic arch. Then drug treatment of hemangiomas was started. In the next 4 years of life, as the child grew, three balloon dilatations of the previously installed stent were required (the last one with a 12 mm balloon with dilation of the stent cells overlapping the mouths of the right CCA and right VA) with a good hemodynamic result. During this time, there was a complete regression of hemangiomas. Conclusions: the possibility of multi-stage endovascular treatment of obstructive aortic arch lesion in combination with PHACE syndrome using stenting and subsequent balloon dilatations of the stent due to the growth of the child and relative restenosis has been shown. In some cases, the presented treatment algorithm can be considered as a safe alternative to complex open surgical interventions.

Keywords: multiple hemangiomas, aortic arch and isthmus stenting, gothic aortic arch, PHACE syndrome

For citation: Pursanov M.G., Bedin A.V., Abramyan M.A., Pardaev D.B., Kurako M.M., Efremov S.O. Successful multi-stage endovascular treatment of obstruction of the gothic aortic arch with multiple hemangiomas in a child with PHACE syndrome starting from the age of 5 months. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 497–506. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-497-506

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

Received October 6, 2024

Accepted November 12, 2024

Введение

Синдром PHACE – нейрокутаный синдром, обозначаемый акронимом, был предложен в 1996 г. для описания совокупности заболеваний, включающих пороки развития задней ямки головного мозга, большие гемангиомы в области головы и шеи, артериальные мальформации различной локализации, патологию глаз, врожденные пороки развития сердца. До 41% пациентов с синдромом PHACE имеют пороки развития сердечно-со-

судистой системы (ССС), что значительно больше, нежели при других генетических синдромах, сопровождающихся ВПС. Коарктация аорты (КоАо) наиболее часто встречается при синдроме PHACE и нередко является изолированным пороком. При этом патология дуги аорты с вовлечением в процесс протяженного сегмента и брахиоцефальных сосудов (БЦС) отмечается у таких больных значительно чаще, чем в общей популяции данного ВПС [1–4]. Наиболее часто встречается правый тип дуги аорты с зеркальным или абер-

рантным расположением плечеголовных сосудов [5]. Примерно 1/3 пациентов имеют показания к хирургическому вмешательству. Такое сочетание пороков развития дуги аорты с отходящими БЦС приводит к повышенному риску ишемии и инсульта и в сочетании с множественными гемангиомами представляет собой сложную проблему для хирургической бригады [6, 7]. Лечение данного патологического комплекса требует мультидисциплинарного подхода, особенно с учетом раннего детского возраста и перспектив дальнейшего роста.

В большинстве случаев при лечении детей с синдромом РНАСЕ и обструктивной патологией дуги аорты прибегают к сложным хирургическим коррекциям в условиях искусственного кровообращения (ИК) и кардиоплегии в сочетании с полным циркуляторным арестом либо с сохранением изолированной церебральной перфузии головного мозга. При этом лечение включает широкий спектр хирургических подходов, в большинстве случаев не позволяющий реконструировать аорту собственными тканями. В лучшем случае используют реверсивную пластику подключичной артерией, синтетические и биологические заплатки, но зачастую прибегают к интра- и экстраанатомическому шунтированию гомографтами или синтетическими протезами [8, 9]. Данные вмешательства сопряжены с высокими рисками осложнений со стороны сердечно-сосудистой и нервной системы как на госпитальном этапе, так и в отдаленном периоде, особенно у детей, требующих последующей замены имплантированных в данную позицию протезов [9].

При проведении литературного обзора по лечению синдрома РНАСЕ у детей мы не встретили ни одного описания применения эндоваскулярных технологий при коррекции патологии аорты и ее ветвей. Использование современных баллонорасширяемых стентов позволяет выполнять у детей многоэтапные вмешательства как при изолированной КоАо, так и при сужении дуги аорты с возможностью поддерживать физиологические размеры аорты [10].

В то же время применение пероральных неселективных β-адреноблокаторов (пропранолол) для консервативного лечения крупных гемангиом позволяет добиться значимого уменьшения их размеров [11].

В данной работе мы представляем свой первый уникальный опыт многоэтапного комбинированного эндоваскулярного и медикаментозного лечения обструктивной патологии дуги аорты и крупных внутригрудных гемангиом, обуславливающих сдавление аорты извне, начиная с грудного возраста.

Описание случая

Пациентка С., возраст 5 месяцев, масса тела 6,7 кг, с диагнозом «множественные гемангиомы в области головы и шеи, подозрение на коарктацию аорты» переведена в Морозовскую детскую городскую клиническую больницу из ДГКБ им. З.А. Башляевой, где была обследована по поводу множественных гемангиом, которые в динамике увеличивались с затруднением дыхания к 4 месяцам жизни. При поступлении отмечались и другие клинические проявления – одышка, тахикардия. При осмотре в области лица и шеи имеются множественные гемангиомы. Разница артериального давления методом непрямой тензиометрии между правой и левой верхними конечностями – до 25 мм рт. ст., между верхними и нижними конечностями – до 50 мм рт. ст.

Проведено комплексное обследование, по результатам которого выставлен диагноз «синдром РНАСЕ». По данным ультразвукового исследования сосудов головы и шеи: по переднебоковой поверхности шеи и в области уха отмечается обширная младенческая гемангиома с максимальным кровотоком 159 см/с в приводящем сосуде. По данным электрокардиографии (ЭКГ) и холтеровского мониторирования (ХМ) – множественные одиночные желудочковые экстрасистолы, единичные парные желудочковые и наджелудочковые экстрасистолы. Биохимический анализ крови показал латентный дефицит железа. По данным трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) отмечается гипоплазия дуги аорты (готическая дуга аорты). Аберрантная правая подключичная артерия. Пиковый градиент на дуге аорты – 65 мм рт. ст. Кровоток в брюшной аорте ближе к коллатеральному (однофазный). Гипертрофия стенок левого желудочка (ЛЖ), фракция выброса (ФВ) ЛЖ составила 72%. При проведении ларингоскопии выявлены гемангиома подвязочного пространства, ангиоматоз глотки, гортани. Выполнена мультиспиральная компьютерная

томография (МСКТ) области головы, шеи и грудной клетки, по данным которой диагностированы множественные гемангиомы: в правой околоушной области, по переднебоковой поверхности шеи, подвязочного пространства гортани, в области переднего средостения. При контрастировании магистральных сосудов выявлена аномалия развития грудного отдела аорты – вариант сосудистого кольца с доминантной правой удлиненной готической дугой аорты и аномально отходящими БЦС. Имелось клинически значимое сужение в области проксимальной дуги аорты, с минимальным просветом 2,8 мм, при диаметре восходящего отдела 7 мм. При этом отмечена роль внутригрудных сосудистых сплетений (гемангиом), которые извне компримировали просвет аорты.

По результатам проведенного обследования состоялось коллегиальное обсуждение. Как известно, на достижение ощутимого положительного эффекта от медикаментозного лечения гемангиом различной локализации может уходить более 1 года. Учитывая наличие выраженного коарктационного синдрома, проявляющегося недостаточностью кровообращения и оказывающего влияние на функцию левого желудочка, мы не располагали временем, которое позволило бы уменьшить вклад гемангиом в обструкцию аорты, а стеноз дуги аорты, в свою очередь, являлся противопоказанием к назначению β -адреноблокаторов. В то же время хирургическая коррекция без применения ИК признана невозможной, а для открытого вмешательства имелись высокие риски, связанные опять же со значительного размера гемангиомами, локализованными преимущественно в переднем средостении и области брахиоцефальных сосудов, что не позволило бы безопасно и радикально выполнить мобилизацию аорты и реконструкцию из центрального доступа. Признаков компрессии трахеобронхиального дерева или пищевода сосудистым кольцом не отмечено клинически и по данным КТ. Таким образом, был выбран альтернативный подход к лечению, заключавшийся в рентгенэндоваскулярной коррекции обструктивной патологии дуги аорты с имплантацией баллонорасширяемого стента с последующим назначением β -адреноблокаторов для лечения гемангиом.

В возрасте 5 месяцев при массе тела 6,7 кг пациентке проведено первое рентгенэндова-

скулярное вмешательство – стентирование правосторонней готической дуги аорты. Операция проходила в условиях рентгенооперационной, под общей внутривенной и ингаляционной анестезией, на двухпроекционной ангиокардиографической установке Phillips Allura. Был использован пункционный доступ по Сельдингеру через правую общую бедренную артерию с установкой интродьюсера размером 5 Fr и левую общую бедренную вену с установкой интродьюсера 6 Fr, который был необходим для заведения активного эндокардиального электрода в правый желудочек сердца с целью обеспечения высокочастотной стимуляции сердца во время стентирования дуги аорты. Выполнена аортография в левой кривой (30–60°) и латеральной проекциях (рис. 1, а, б). Выявлена удлиненная стенозированная до 3 мм правая готическая дуга аорты с аномально отходящими БЦС. Первым стволом отходила левая общая сонная артерия (ЛОСА), следующим – правая ОСА (ПОСА), далее от дуги аорты отходила правая позвоночная артерия (ПА), затем aberrантная правая подключичная артерия (ППКА) и последним стволом от нисходящей грудной аорты от дивертикула Коммереля отходила стенозированная левая подключичная артерия (ЛПКА) (см. рис. 1, а). При проведении прямой тензиометрии между восходящим и нисходящим отделами аорты градиент систолического давления (ГСД) составил 60 мм рт. ст. По проводнику в восходящую аорту заведена доставляющая система Mullins (Cook, США) диаметром 6 Fr, по которой в поперечную дугу доставлен и под ангиографическим контролем позиционирован Valeo Vascular Stent 6×26 мм (Vard, США). На фоне высокочастотной стимуляции желудочков сердца (270 уд/мин) выполнено раскрытие стента с нагнетанием давления в баллоне до 10 атм. При контрольной ангиографии стент полностью раскрыт, фиксирован и охватывает всю зону сужения дуги аорты (рис. 1, в, г). Отмечено снижение ГСД до 20 мм рт. ст. Операция была завершена без осложнений.

После проведенной коррекции ребенку была назначена начальная доза β -адреноблокаторов из расчета 1 мг/кг/сут и ацетилсалициловая кислота 5 мг/кг/сут, и на 9-й день после операции ребенок был выписан из стационара под динамическое наблюдение кардиолога.

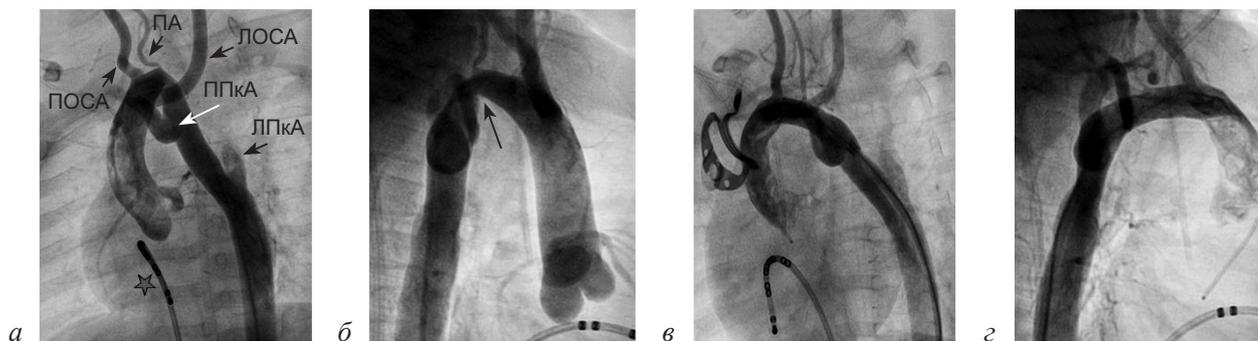


Рис. 1. Стентирование правосторонней готической дуги аорты у ребенка с синдромом PHACE:

a – левая косая проекция до стентирования; готическая дуга аорты, порядок отхождения брахиоцефальных сосудов: левая общая сонная артерия, правая общая сонная артерия, позвоночная артерия, абберантная правая подключичная артерия, левая подключичная артерия; звездочкой указан электрод для внутрисердечной стимуляции желудочков сердца; *б* – левая латеральная проекция до стентирования; стеноз дуги указан стрелкой; *в*, *г* – левая косая и латеральная проекции после имплантации стента; стентом армированы устья ПОСА и правой ПА

Спустя 5 мес после операции ребенок выпал из-под наблюдения кардиологических стационаров, наблюдались в частной клинике по месту жительства, где была отменена дезагрегантная терапия.

В возрасте 1 года при массе тела 9 кг (7 мес после стентирования) ребенок поступил экстренно с декомпенсацией состояния за счет прогрессирующей недостаточности кровообращения с эпизодами синкопального состояния, отсутствием пульсации на нижних конечностях. В приемном покое отмечен эпизод синкопального состояния, что проявилось диффузным цианозом и потерей сознания. Переведена в отделение кардиореанимации в тяжелом состоянии, на искусственную вен-

тиляцию легких (ИВЛ). При осмотре отмечено отсутствие пульсации на артериях нижних конечностей, увеличение печени до 2 см из-под реберной дуги. По данным ЭхоКГ отмечено нарастание ГСД на стенте до 65 мм рт. ст., снижение сократительной способности левого желудочка до 30%. Выполнена КТ-ангиография, на которой подтвержден стеноз в области стента с сужением просвета до 4,2 мм при диаметре проксимального участка стента 8,7 мм. При этом отмечена нормальная кривизна поперечной дуги аорты при 3D-реконструкции (рис. 2). Гемангиомы значительно уменьшились в размерах.

Тяжесть клинического состояния обусловлена выраженным рекоарктационным синдро-

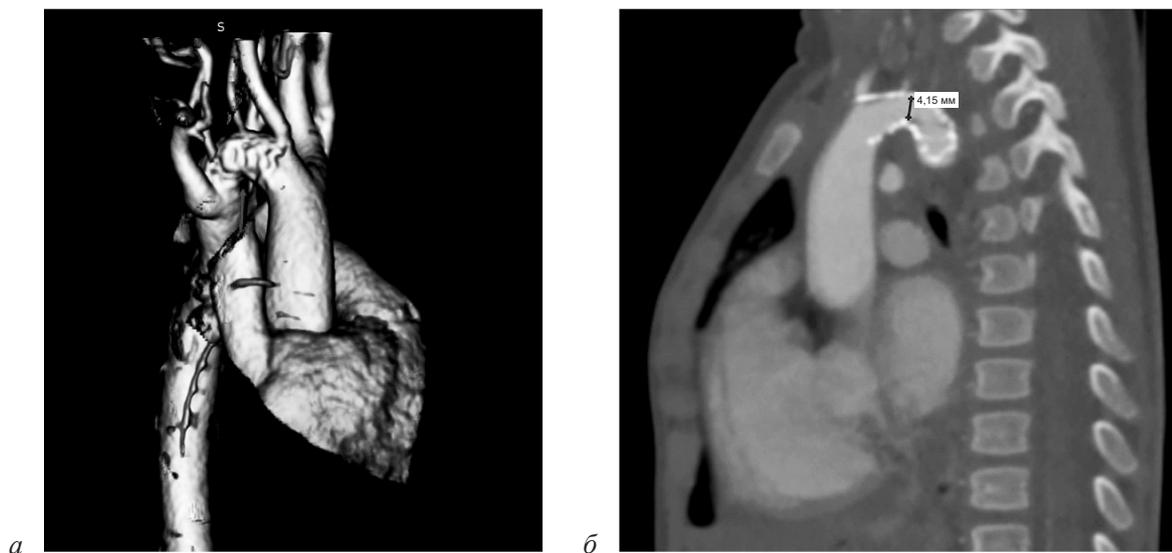


Рис. 2. 3D-реконструкция аорты в передней и задней проекциях:

a – стрелкой указан стент в дуге аорты; *б* – стеноз в области стента

мом, в том числе вследствие соматического роста ребенка. Поэтому было решено выполнить транслюминальную баллонную дилатацию (ТЛБД) ранее имплантированного стента. С целью профилактики тромбообразования введен в/в гепарин 100 ЕД/кг. Доступом через левую общую бедренную артерию (ОБА) проведена ангиография с тензиометрией через интродьюсер 4 Fg. Выявлен повышенный ГСД на стенте (45 мм рт. ст.) за счет несоответствия диаметра стента размерам аорты и выраженной пролиферации неоинтимы в просвете стента (рис. 3, *а*). При баллонной дилатации стента баллоном Valver (Balton, Польша) 8 × 30 мм под давлением 5 атм полностью распрямить стент в дуге не удалось, только с помощью ультравысокого давления баллоном Conquest (Bard, США) 8 × 20 мм (20 атм) через интродьюсер 6 Fg удалось полностью раскрыть стент до номинала (рис. 3, *б*). При контрольной аортографии отмечено укорочение стента, которое вызвало сужение устья правой ОСА (рис. 3, *в*). Инвазивный ГСД между восходящей и нисходящей аортой составил 20 мм рт. ст.

Проведенная процедура позволила увеличить просвет дуги и улучшить характеристики кровотока в нисходящей аорте; на нижних конечностях отмечена отчетливая пульсация. ИВЛ – в течение 1 нед, также проведена коррекция недостаточности кровообращения калийсберегающими диуретиками, ингибиторами АПФ и коррекция дозы β-адреноблокаторов. Постепенно клиническое состояние улучшилось. По данным ЭхоКГ, сохранялась

дилатация левых отделов сердца, отмечено снижение ФВ левого желудочка до 33%, ГСД на стенде составил 35 мм рт. ст., в брюшной аорте – измененный магистральный кровоток. Пациентка была выписана из стационара на 16-е сутки после дилатации стента под амбулаторное наблюдение с рекомендацией продолжения консервативного лечения гемангиом и госпитализации через 6 мес для выполнения повторной ТЛБД стента.

Ребенок находился под амбулаторным наблюдением детского кардиолога, который планово ее госпитализировал в 1 год и 6 месяцев (масса тела 10,5 кг) для стационарного обследования и оценки необходимости проведения второй ТЛБД стента. При осмотре клиническое состояние пациентки относительно удовлетворительное. Пульсация на нижних конечностях ослаблена, разница артериального давления между левой рукой и нижними конечностями 50 мм рт. ст. При выполнении ЭхоКГ отмечается сужение на уровне стента с ГСД 70 мм рт. ст., ФВЛЖ – 35%. В брюшной аорте регистрируется измененный магистральный кровоток.

Выполнена аортография доступом через интродьюсер 6 Fg в левой ОБА. Отмечено рестенозирование стента за счет гиперплазии неоинтимы, а также сужение устья правой ОСА. Выполнена дилатация стента баллоном PowerFlex (Cordis, США) 10 × 20 мм под давлением 12 атм (рис. 4). После ТЛБД просвет стента увеличился, однако отмечено сужение как устья правой ОСА, так и правой ПА, при этом ГСД снизился с 50 до 18 мм рт. ст.

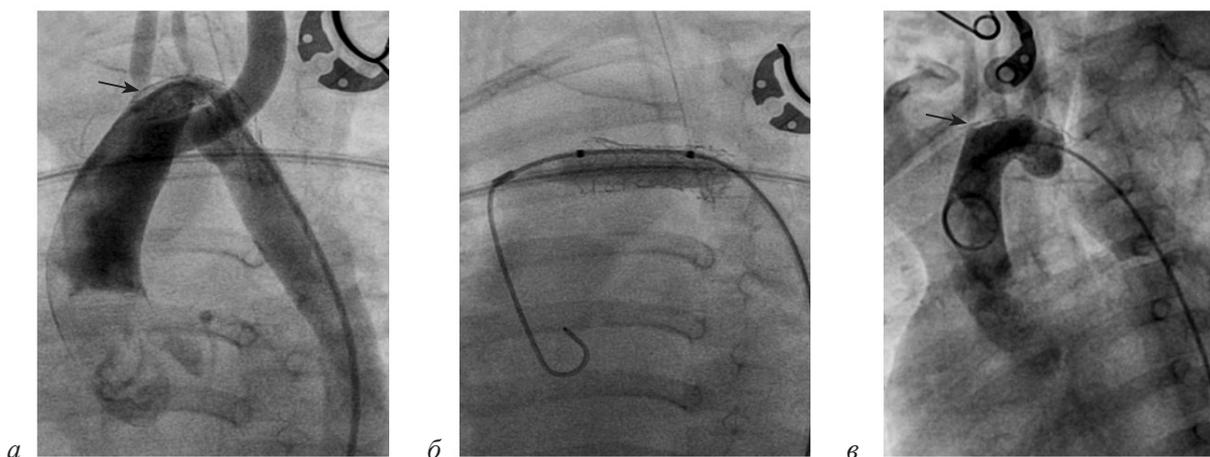


Рис. 3. Первая баллонная дилатация ранее имплантированного стента:

а – стент покрыт неоинтимой (белая полоска между просветом аорты и краем стента), правая ОСА и правая подключичная артерии проходимы; *б* – баллонная дилатация стента баллоном 8 мм; *в* – после дилатации отмечается увеличение диаметра стента, а также его укорочение в зоне сужения устья правой ОСА (стрелка)

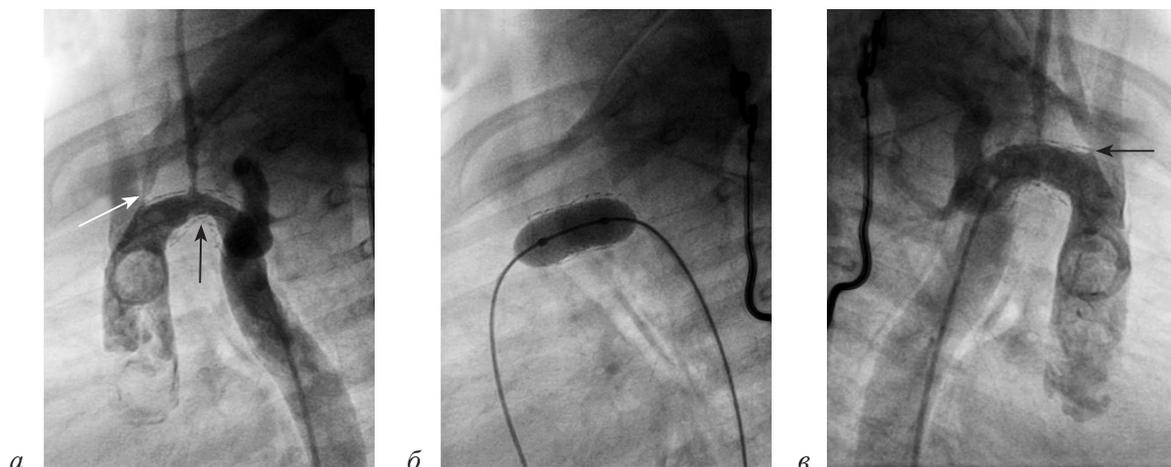


Рис. 4. Вторая баллонная дилатация ранее имплантированного стента:

a – отмечается рестеноз (указан черной стрелкой) стента за счет гиперплазии неоинтимы (белая полоска между просветом аорты и краем стента), правая ОСА сужена (указано белой стрелкой), правая ПА проходима; *б* – баллонная дилатация стента баллоном 10 мм; *в* – после дилатации отмечается увеличение просвета стента и усиление сужения устья правой ПА (стрелка)

Послеоперационный период без осложнений, по данным ЭхоКГ, ГСД на стенте 37 мм рт. ст., кровоток в брюшной аорте магистрального типа, ФВЛЖ 35–38%.

В дальнейшем ребенок рос и развивался нормально, находился под динамическим наблюдением. Отмечалась положительная динамика в виде достижения значимой инволюции видимых при осмотре гемангиом. Наблюдался у детского кардиолога с контролем ЭхоКГ каждые 6 мес.

Через 2,5 года после последней ТЛБД стента (3,5 года после первичной процедуры стентирования), в возрасте 4 лет, девочка повторно госпитализирована детским кардиологом для выполнения плановой (третьей по счету) ТЛБД стента ввиду прогнозируемого «перероста» стента. Масса тела на момент госпитализации составила 15,5 кг. Состояние удовлетворительное, принимает анаприлин 6,5 мг 3 р/сут. Давление на конечностях: правая рука – 130/65 мм рт. ст., левая рука – 80/70 мм рт. ст., нога – 80/70 мм рт. ст. Пульсация на артериях нижних конечностей ослаблена.

По данным ЭхоКГ отмечено восстановление сократительной способности ЛЖ (ФВЛЖ 66%), при этом регистрировался ускоренный кровоток на дуге аорты с ГСД 55 мм рт. ст., в брюшном отделе аорты отмечается измененный магистральный тип кровотока. По данным МСКТ, диаметр стента в самом узком месте составляет 6 мм, отмечается сужение правой ОСА до 2 мм и правой ПА – до 2 мм.

При проведении катетеризации ГСД между восходящей и нисходящей аортой составил 41 мм рт. ст. По результатам ангиографии, значимого рестеноза стента за счет гиперплазии интимы нет (рис. 5, *a*). Выполнена ТЛБД стента баллоном ультравысокого давления Atlas Gold 12×20 мм. Дальнейшего раскрытия стента удалось достигнуть дилатацией до номинала баллона под давлением 16 атм (рис. 5, *б*). Однако правая ОСА и правая ПА стали очень слабо контрастироваться (рис. 5, *в*). Вследствие этого решено выполнить дилатацию ячеек стента, перекрывающих устья правой ОСА и правой ПА. Коронарным баллоном NC Sprinter RX (Medtronic, США) 3,5 мм была выполнена дилатация устья правой ПА (рис. 5, *г*), а затем баллоном NC Sprinter RX 4,5 мм – правой ОСА (рис. 5, *д*). Отмечено эффективное расширение ячеек стента с хорошим контрастированием правой ПА (рис. 5, *е*) и правой ОСА (рис. 5, *ж*). При контрольной тензиометрии ГСД между восходящей и нисходящей аортой составил 18 мм рт. ст.

Ребенок был выписан на 4-е сутки после проведенного вмешательства с положительной динамикой. При контрольной ЭхоКГ отмечаются восстановление магистрального кровотока в брюшном отделе аорты, уменьшение левых отделов сердца и нормальная сократительная способность ЛЖ.

На момент написания статьи ребенку 5 лет. Девочка имеет низкий функциональный класс сердечной недостаточности, хорошо справля-

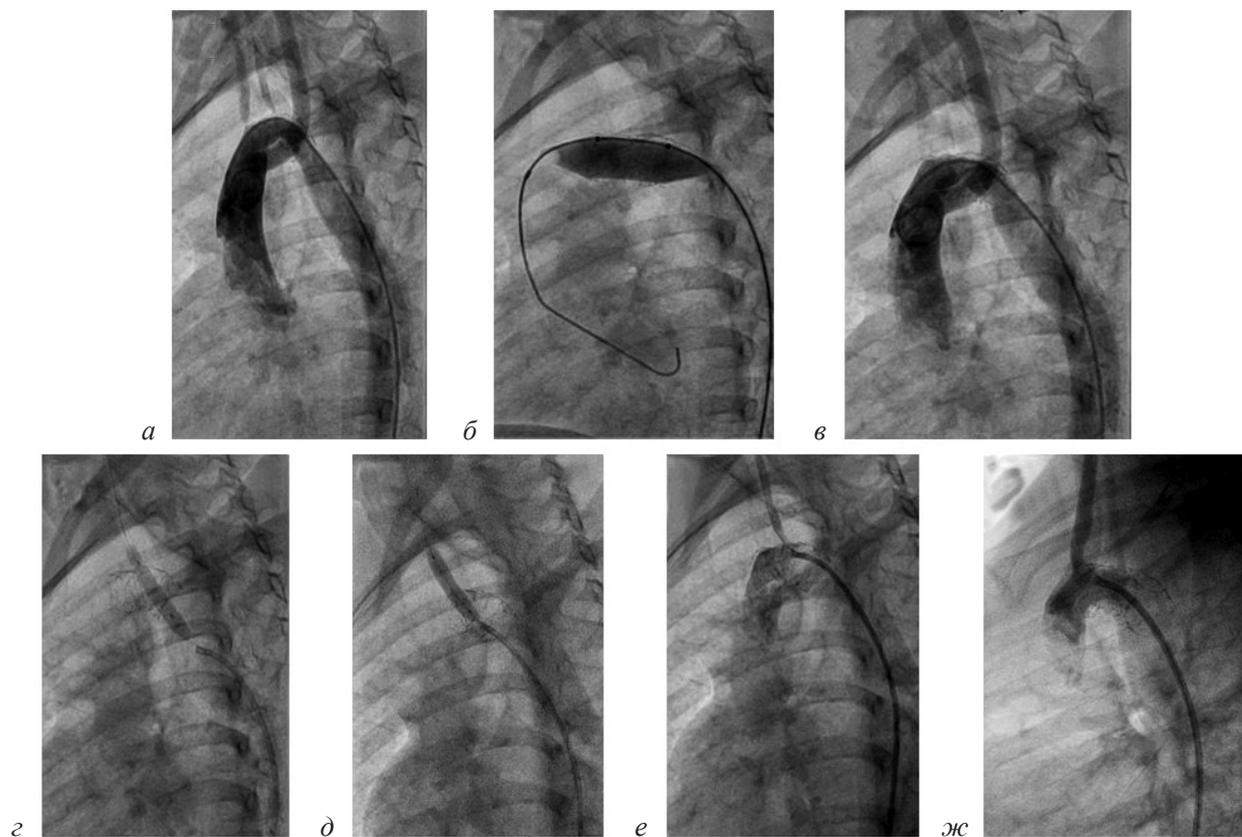


Рис. 5. Третья баллонная дилатация стента в возрасте 4 лет, спустя 3,5 года после имплантации:

a – значимого рестеноза на стенке нет, отмечаются сужения устьев правой ОСА и правой позвоночной артерии; *б* – баллонная дилатация стента баллоном высокого давления 12 мм; *в* – после дилатации произошло дальнейшее раскрытие стента, однако правая ОСА и правая позвоночная артерия стали слабо контрастироваться; *г* – баллонная дилатация ячеек стента, перекрывающих устье правой позвоночной артерии; *д* – баллонная дилатация ячеек стента, перекрывающих устье правой ОСА; *е, ж* – после дилатации проходимость правой позвоночной артерии (*е*) и правой ОСА (*ж*) не нарушена

ется с регулярными физическими нагрузками. При измерении неинвазивного градиента АД по методу Короткова не отмечено значимой разницы как между верхними конечностями, так и в сравнении с АД на нижних конечностях. Курс консервативного лечения гемангиом окончен, с достижением явного положительного эффекта в виде практически полной их инволюции. По данным ЭхоКГ, функция и параметры левых отделов сердца находятся в пределах возрастной нормы.

Обсуждение

Синдром РНАСЕ у детей, включающий анатомические отклонения в развитии грудного отдела аорты, – крайне редкое заболевание, описания его хирургического лечения спорадичны в зарубежной литературе и не встречаются в отечественной. Несмотря на упоминания малых серий успешных открытых хирургических коррекций патологии дуги при

синдроме РНАСЕ зарубежными коллегами [8], нами был выбран не описанный ранее, но, на наш взгляд, более безопасный метод эндоваскулярной коррекции порока. Несмотря на исходно ранний для процедуры стентирования возраст и малую массу тела ребенка, данный подход позволил провести этапные малоинвазивные и малотравматичные вмешательства по коррекции обструктивной патологии дуги и аномально отходящих от нее брахицефальных сосудов, добиться и продолжать поддерживать сопоставимый с возрастными нормами размер аорты и физиологические параметры гемодинамики, параллельно устранив консервативным путем гемангиомы во всех локусах. Патологические изменения аорты при синдроме РНАСЕ существенно отличаются от анатомии типичного порока коарктации аорты. Так, нам пришлось использовать ряд нестандартных подходов, чтобы не только устранить готическую кривизну

правой дуги аорты, добившись низкого ГСД, но и обеспечить сохранность и свободную проходимость нетипично расположенных БЦС.

Стентирование дуги аорты – редко выполняемая и технически сложная операция, требующая большого опыта эндоваскулярного лечения больных с типичной коарктацией и рекоарктацией аорты. Гипоплазия дуги аорты или готическая его форма может быть причиной персистирующей артериальной гипертензии, и поэтому стентирование дуги аорты может быть полезным для этой группы пациентов. Опыт выполнения стентирования готической дуги практически отсутствует, особенно у маленьких детей. Первое описание стентирования при готической дуге аорты было опубликовано нами в 2019 г. [10]. В 2020 г. E.G. Warmerdam et al. опубликовали результаты стентирования дуги аорты у 12 пациентов с массой тела более 50 кг. У одного из них имелась обструкция готической дуги аорты. Серьезных осложнений ни во время, ни после стентирования не возникло. При краткосрочном и среднесрочном наблюдении отмечалось снижение среднего систолического артериального давления [12]. Учитывая опубликованные данные, мы считаем, что стентирование дуги аорты возможно выполнить успешно при соблюдении следующих условий: четкое понимание анатомии дуги и перешейка аорты (обязательно выполнение МСКТ или МРТ) до вмешательства; имплантация стента с открытой ячейкой, способного увеличиваться в диаметре при последующих ТЛБД до размеров сосудов взрослого человека; обязательное использование высокочастотной стимуляции желудочков сердца при имплантации стента. Считаем эти требования обязательными, и они были соблюдены нами при этапной коррекции описанной пациентки. В более ранних исследованиях, в которых выполнялось стентирование дуги аорты, R.J. Holzer et al. [13] сообщили о нежелательных осложнениях, связанных с процедурой гибридного стентирования, в 13 (30,9%) из 42 случаев. Осложнения возникли преимущественно у пациентов с массой тела менее 10 кг или унивентрикулярной физиологией. Других упоминаний о стентировании дуги аорты у грудных детей мы не нашли. Поэтому представленный нами случай является уникальным, так как нам удалось в непростой клинической ситуации справиться с обструк-

цией правосторонней дуги аорты и аномальным отхождением брахиоцефальных сосудов, с последующим медикаментозным лечением гемангиом.

Несмотря на достигнутый успех первой эндоваскулярной коррекции патологии дуги аорты у пациентки с синдромом РНАСЕ, сохраняется необходимость дальнейшего наблюдения и проведения дополнительных вмешательств по мере взросления ребенка. Остается спорным вопрос о целесообразности превентивного разобщения левой артериальной связки при правой дуге аорты, обусловливающей наличие сосудистого кольца. Учитывая это, мы тщательно следим как за клиническими проявлениями (отсутствие стридора, дисфагии), так и за признаками компрометации трахеобронхиального дерева и пищевода во время выполняемых КТ-исследований. Тем не менее, учитывая дальнейший рост ребенка, сохраняется необходимость проведения повторных вмешательств. Как известно, установленный стент Valeo возможно подвергнуть дальнейшей дилатации, но с потерей каркасных свойств за счет нарушения его целостности [14]. Поэтому скорее всего будет выполнена и четвертая ТЛБД стента. В зависимости от ее результатов и проходимости сосудов головного мозга будет приниматься решение о дальнейшей тактике лечения. Возможно проведение еще одной имплантации стента с открытой ячейкой с дилатацией его ячеек, перекрывающих устья брахиоцефальных сосудов. Не исключается вариант открытой реконструкции дуги аорты в условиях искусственного кровообращения, учитывая более благоприятный период за счет инволюции гемангиом и увеличения площади поверхности тела пациентки.

Заключение

В представленном клиническом наблюдении показана возможность многоэтапного эндоваскулярного лечения обструктивного поражения дуги аорты в сочетании с экстракардиальной патологией (синдром РНАСЕ) с помощью стентирования и последующих баллонных дилатаций стента в связи с ростом ребенка и относительным рестенозом. В некоторых случаях описанный алгоритм лечения может быть рассмотрен как безопасная альтернатива сложным открытым хирургическим вмешательствам при условии, что у специали-

тов имеется большой опыт эндоваскулярной коррекции патологии аорты у детей разных возрастных групп.

Литература/References

- Goh W.H., Lo R. A new 3C syndrome: cerebellar hypoplasia, cavernous haemangioma and coarctation of the aorta. *Dev. Med. Child. Neurol.* 1993; 35 (7): 637–641. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1993.tb11702.x
- Patel S.D., Cohen B.A., Kan J.S. Extensive facial hemangioma associated with cardiac and abdominal anomalies. *J. Am. Acad. Dermatol.* 1997; 36 (4): 636–638. DOI: 10.1016/s0190-9622(97)70259-7
- Metry D.W., Dowd C.F., Barkovich A.J., Frieden I.J. The many faces of PHACE syndrome. *J. Pediatr.* 2001; 139 (1): 117–123. DOI: 10.1067/mpd.2001.114880
- Bayer M.L., Frommelt P.C., Blei F., Breur J.M.P., Cordisco M.R., Frieden I.J. et al. Congenital cardiac, aortic arch, and vascular bed anomalies in PHACE syndrome (from the International PHACE Syndrome Registry). *Am. J. Cardiol.* 2013; 112 (12): 1948–1952. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.08.025
- Kishnani P., Iafolla A.K., McConkie-Rosell A., Van Hove J.L., Kanter R.J., Kahler S.G. Hemangioma, supraumbilical midline raphé, and coarctation of the aorta with a right aortic arch: single causal entity? *Am. J. Med. Genet.* 1995; 59 (1): 44–48. DOI: 10.1002/ajmg.1320590110
- Haggstrom A.N., Garzon M.C., Baselga E., Chamlin S.L., Frieden I.J., Holland K. et al. Risk for PHACE syndrome in infants with large facial hemangiomas. *Pediatrics.* 2010; 126 (2): e418–e426. DOI: 10.1542/peds.2009-3166
- Drolet B.A., Dohil M., Golomb M.R., Wells R., Mirowski L., Tamburro J. et al. Early stroke and cerebral vasculopathy in children with facial hemangiomas and PHACE association. *Pediatrics.* 2006; 117 (3): 959–964. DOI: 10.1542/peds.2005-1683
- Giardini A., Gholam C., Khambadkone S., Kostolny M. Need for comprehensive vascular assessment before surgical repair of aortic coarctation in PHACES syndrome. *Pediatr. Cardiol.* 2010; 31 (2): 291–293. DOI: 10.1007/s00246-009-9592-1
- Caragher S.P., Scott J.P., Siegel D.H., Mitchell M.E., Frommelt P.C., Drolet B.A. Aortic arch repair in children with PHACE syndrome. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016; 152 (3): 709–717. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2016.03.082
- Pursanov M.G., Abramyan M.A., Shamrin Y.N., Bedin A.V., Pardaev D.B., Kabanova E.N. Endovascular treatment of hypoplastic gothic aortic arch in combination with congenital absence of the left common carotid artery. *J. Struct. Heart Dis.* 2019; 5 (6): 259–264. DOI: 10.12945/j.jshd.2019.006.19
- Leung A.K.C., Lam J.M., Leong K.F., Hon K.L. Infantile hemangioma: an updated review. *Curr. Pediatr. Rev.* 2021; 17 (1): 55–69. DOI: 10.2174/1573396316666200508100038
- Warmerdam E.G., Krings G.J., Meijs T.A., Franken A.C., Driesen B.W., Sieswerda G.T. et al. Safety and efficacy of stenting for aortic arch hypoplasia in patients with coarctation of the aorta. *Neth. Heart J.* 2020; 28 (3): 145–152. DOI: 10.1007/s12471-019-01353-5
- Holzer R.J., Chisolm J.L., Hill S.L., Cheatham J.P. Stenting complex aortic arch obstructions. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2008; 71: 375–382.
- Shepherd E., Connolly G.M., Morgan G. Using the Valeo dilatable stent in coarctation stenting for small children: expanding the inclusion criteria for coarctation stenting? *BMJ Case Rep.* 2013; 2013: bcr2013202095. DOI: 10.1136/bcr-2013-202095

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.149-008.341.1-089.86

Первый опыт проведения операции трансъюгулярного портокавального внутривенного шунтирования при портальной гипертензии без использования йодсодержащего контрастного препарата

Ш.Р. Джуракулов^{1,2}✉, В.И. Вечорко^{1,2}, А.Н. Северцев^{1,2}, В.Д. Аносов^{1,2}, М.А. Хоконов^{1,2},
Ж.А. Фахриев¹, С.А. Ибрагимов³

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница № 15 им. О.М. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

³ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Д.Д. Плетнёва Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

✉ **Джуракулов Шухрат Рахманович**, д-р мед. наук, заведующий отделением рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения; orcid.org/0000-0001-6770-3913, e-mail: dzhurakulov.1982@mail.ru

Вечорко Валерий Иванович, д-р мед. наук, главный врач, заведующий кафедрой скорой и неотложной медицинской помощи; orcid.org/0000-0003-3568-5065

Северцев Алексей Николаевич, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии; orcid.org/0009-0007-6336-8506

Аносов Виктор Давидович, канд. мед. наук, заместитель главного врача по хирургии; orcid.org/0000-0002-8486-7159

Хоконов Мухамед Амирханович, д-р мед. наук, заведующий хирургическим отделением № 2; orcid.org/0000-0002-2455-3588

Фахриев Жахонгир Алишерович, ординатор; orcid.org/0000-0001-9265-8958

Ибрагимов Санжар Абдурафикович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; orcid.org/0009-0008-2950-8090

Резюме

Цирроз печени широко распространен во всем мире и может быть следствием различных причин, таких как ожирение, неалкогольная жировая болезнь печени, чрезмерное употребление алкоголя, наличие гепатита В или С, аутоиммунные заболевания. При циррозе здоровая паренхима печени замещается фиброзной тканью и регенеративными узелками, что приводит к портальной гипертензии и развитию желудочно-пищеводных варикозов с последующим кровотечением из этих вен. Операция трансъюгулярного портокавального внутривенного шунтирования (TIPS) является патогномичным и высокоэффективным методом лечения портальной гипертензии. В рутинной практике во время этой операции расходуется значительное количество йодсодержащего контрастного вещества, использование которого иногда является абсолютным или относительным противопоказанием у пациентов с непереносимостью йодистого препарата или сниженной функцией почек. В данной статье описывается клинический случай проведения операции TIPS с использованием углекислого газа как альтернативы рентгеноконтрастным препаратам у пациентки с почечной недостаточностью.

Ключевые слова: цирроз печени, портальная гипертензия, операция TIPS, йодсодержащий контраст, углекислый газ

Для цитирования: Джуракулов Ш.Р., Вечорко В.И., Северцев А.Н., Аносов В.Д., Хоконов М.А., Фахриев Ж.А., Ибрагимов С.А. Первый опыт проведения операции трансъюгулярного портокавального внутривенного шунтирования при портальной гипертензии без использования йодсодержащего контрастного препарата. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 507–512. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-507-512

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 29.10.2024
Принята к печати 04.12.2024

The first experience of performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt for portal hypertension without the use of iodine-containing contrast agent

Sh.R. Dzhurakulov^{1,2}✉, V.I. Vechorko^{1,2}, A.N. Severtsev^{1,2}, V.D. Anosov^{1,2}, M.A. Khokonov^{1,2}, Zh.A. Fakhriev¹, S.A. Ibragimov³

¹ O.M. Filatov City Clinical Hospital No. 15, Moscow, Russian Federation

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

³ D.D. Pletnev City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

✉ **Shukhrat R. Dzhurakulov**, Dr. Med. Sci., Head of Department of X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment; orcid.org/0000-0001-6770-3913, e-mail: dzhurakulov.1982@mail.ru

Valeriy I. Vechorko, Dr. Med. Sci., Chief Physician, Chief of Chair of Emergency and Urgent Medical Care; orcid.org/0000-0003-3568-5065

Aleksey N. Severtsev, Dr. Med. Sci., Professor, Chief of Chair of Hospital Surgery; orcid.org/0009-0007-6336-8506

Viktor D. Anosov, Cand. Med. Sci., Deputy Chief Physician for Surgery; orcid.org/0000-0002-8486-7159

Mukhamed A. Khokonov, Dr. Med. Sci., Head of Surgical Department No. 2; orcid.org/0000-0002-2455-3588

Zhakhongir A. Fakhriev, Resident Physician; orcid.org/0000-0001-9265-8958

Sanzhar A. Ibragimov, Endovascular Surgeon; orcid.org/0009-0008-2950-8090

Abstract

Liver cirrhosis is widespread throughout the world and can be due to various causes, such as obesity, non-alcoholic fatty liver disease, excessive alcohol consumption, hepatitis B or C, and autoimmune diseases. In cirrhosis, healthy liver parenchyma is replaced by fibrous tissue and regenerative nodules, which leads to portal hypertension and the development of gastroesophageal varices with subsequent bleeding from these veins. TIPS surgery is a highly effective treatment for portal hypertension. In routine practice, this operation consumes a significant amount of iodinated contrast agent, the use of which is sometimes an absolute or relative contraindication in patients with iodine intolerance or reduced renal function. This article describes a clinical case of TIPS surgery using carbon dioxide as an alternative to X-ray contrast agents in a patient with renal failure.

Keywords: liver cirrhosis, portal hypertension, TIPS surgery, iodine-containing contrast, carbon dioxide

For citation: Dzhurakulov Sh.R., Vechorko V.I., Severtsev A.N., Anosov V.D., Khokonov M.A., Fakhriev Zh.A., Ibragimov S.A. The first experience of performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt for portal hypertension without the use of iodine-containing contrast agent. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 507–512. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-507-512

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

Received October 29, 2024

Accepted December 4, 2024

Введение

Цирроз печени является следствием хронического повреждения и воспаления печени, характеризуется диффузным фиброзом и заменой нормальных структур печени регенеративными узлами [1].

Ведущими этиологическими факторами заболеваний печени считаются: злоупотребление алкоголем, хронические вирусные гепатиты В и С, а также метаболические расстройства [2].

В настоящее время частота развития цирроза печени, вызванного вирусом гепатита В и С, снижается, тогда как цирроза печени, вы-

званного алкоголем и неалкогольной жировой болезнью печени, быстро растёт [3].

При переходе от периода компенсации к периоду декомпенсации возникают различные осложнения и значительно ухудшается прогноз жизни. Смертность, связанная с циррозом печени, представляет собой серьёзную угрозу во всём мире. В 2019 г. цирроз печени стал причиной более 1,48 млн случаев смерти в мире [4].

По мере прогрессирования хронического заболевания печени градиент печёночного венозного давления повышается из-за увеличения внутрипечёночного сопротивления [5]. Происходящее первоначальное повышение

портального давления вызывает висцеральную и периферическую вазодилатацию, что приводит к увеличению притока в портальную вену и гипердинамическому состоянию кровообращения, которые еще больше увеличивают портальное давление, до значений ≥ 10 мм рт. ст. [6]. На этой стадии, называемой клинически значимой портальной гипертензией, у пациентов могут развиваться желудочно-пищеводные варикозы.

Развитие кровотечений из варикозно-расширенных вен желудка и пищевода является серьезным осложнением портальной гипертензии [7]. Кроме того, часто формируются и другие значительные осложнения портальной гипертензии, такие как асцит, гепаторенальный синдром и тромбоз портальных вен [8, 9].

Операция трансъюгулярного портокавального внутрипеченочного шунтирования (TIPS) является наиболее эффективным методом лечения портальной гипертензии [10]. Исследования показали, что применение операции TIPS увеличивает выживаемость пациентов с рецидивирующим асцитом, в том числе у отдельных пациентов с рефрактерным асцитом и кровотечением из варикозно-расширенных вен [11, 12].

Операция TIPS с применением йодсодержащих препаратов – это рутинная практика, однако у пациентов с диагнозом цирроза печени и с осложненным гепаторенальным синдромом применение йодистых веществ сопряжено с дополнительной нагрузкой, что непосредственно влияет на результаты эндоваскулярного лечения пациентов.

Углекислый газ (CO_2), как известно, не имеет цвета и запаха и естественным образом присутствует в атмосфере и организме людей [13]. История использования газа в качестве контрастного вещества восходит к 1920-м годам, когда он применялся для визуализации брюшинных структур. В 1950-х и начале 1960-х годов CO_2 вводился внутривенно для определения границ правого предсердия и выявления перикардального выпота [14]. С 1980 г. в связи с появлением цифровой субтракционной ангиографии газ стал использоваться в качестве безопасного и полезного альтернативного контрастного вещества как в ангиографии, так и флебографии [15]. Углекислый газ действительно является предпочтительным контрастным веществом для больных с почечной недостаточностью или

с аллергией на контраст, особенно у пациентов, которым требуются большие объемы йодсодержащего контрастного вещества для сложных эндоваскулярных процедур. Понимание уникальных физических свойств CO_2 (высокая растворимость, низкая вязкость, плавучесть и сжимаемость) имеет важное значение для получения успешной ангиограммы и для проведения эндоваскулярного вмешательства. В отличие от йодированного контрастного вещества CO_2 вытесняет кровь и создает отрицательный контраст при цифровой субтракционной визуализации. Одним из показаний к использованию CO_2 в качестве контрастного вещества является визуализация воротной вены с клиновидной печёночно-венозной инъекцией перед трансъюгулярным внутрипечёночным портосистемным шунтированием [13].

С 2019 г. в городской клинической больнице № 15 им. О.М. Филатова стала доступна система ручного ввода углекислого газа, а в 2023 г. реализовалась возможность работать на мобильной автоматической системе Angiodroid, которая в настоящее время широко используется для диагностики и лечения различных артериальных и венозных патологий. На сегодняшний день в клинике выполнены более 150 эндоваскулярных вмешательств с применением углекислого газа, из которых 13 приходится на долю операций TIPS. В данной работе представлен клинический случай применения углекислого газа как альтернативы йодсодержащему контрастному препарату на операции TIPS в качестве внутрисосудистой визуализации.

Описание случая

Пациентка П., 70 лет, поступила 6 июня 2023 г. в ГКБ № 15 им. О.М. Филатова по каналу скорой медицинской помощи с жалобами на рвоту кровью и выраженную слабость. Госпитализирована в отделение реанимации, минуя приёмное отделение. Из анамнеза известно, что у пациентки произошел рецидив кровотечения из варикозно-расширенных вен пищевода, ранее уже был диагностирован цирроз печени неуточнённой этиологии, осложнённый портальной гипертензией, при наличии асцита, спленомегалии, сахарного диабета II типа, ИБС. По данному заболеванию больная уже проходила стационарное лечение в текущем году.

При поступлении состояние тяжёлое, сопровождалось бледным цветом кожных покровов, увеличением живота, АД 110/70 мм рт. ст. В отделении реанимации была проведена эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) в экстренном порядке, при которой в пищеводе определены варикозно-расширенные вены 2–3 степени по Шерцингеру. Попытки эндоскопического гемостаза не увенчались успехом в связи с невозможностью определить ствол разорванной вены. Хирургами экстренно был выполнен временный гемостаз зондом-обтуратором Блекмора. В отделении провели гемотранфузионную, гемостатическую, антисекреторную терапию, с положительным эффектом; для определения дальнейшей тактики лечения назначили лабораторно-инструментальные анализы (cito!). Результаты анализа крови: гемоглобин 82 г/л, эритроциты $2,5 \times 10^{12}/л$, лейкоциты $4,8 \times 10^9/л$, тромбоциты $114 \times 10^9/л$, протромбиновое время 15,2 с, МНО 1,36, общий билирубин 17,7 мкмоль/л, АЛТ 53,5 Ед/л, АСТ 50,4 Ед/л, креатинин 121 мкмоль/л, мочевины 9,4 ммоль/л, общий белок 58 г/л. Анализы на антитела к гепатитам В и С отрицательные. На рентгенографии органов грудной клетки патологические изменения не выявлены. При УЗИ брюшной полости: эхопризнаки свободной жидкости, цирроза печени, желчнокаменной болезни, спленомегалии; воротная вена 14 мм. Таким образом, подтверждено наличие портальной гипертензии, тяжесть цирроза печени по классификации Child-Pugh соответствовала классу В. Через сутки зонд Блекмора сняли, рецидива кровотечения не возникло. Пациентке в срочном порядке предложены варианты гемостаза (операция TIPS и эндоскопическое лигирование). Пациентка отказалась от наложения портосистемного анастомоза, после чего было сделано успешное эндоскопическое лигирование. После стабилизации состояния 11 июня пациентка была выписана с рекомендациями по месту жительства под наблюдение врача-гепатолога.

Спустя две недели, 27 июня 2023 г., пациентка вновь госпитализирована в клинику с рецидивом кровотечения. Состояние пациентки на этот раз было крайне тяжёлое. При ЭГДС выявлено варикозное расширение вен пищевода с признаками состоявшегося кровотечения. Анализы крови показали снижение уровня гемоглобина до 38 г/л, эритроцитов –

$1,2 \times 10^{12}/л$, лейкоцитов – $1,4 \times 10^9/л$, тромбоцитов – $37 \times 10^9/л$. При компьютерной томографии органов брюшной полости с контрастированием обнаружены признаки цирроза печени и спленомегалии, жидкость в брюшной полости и полости малого таза, расширение воротной и левой желудочной вен. В отделении реанимации и интенсивной терапии проведены все необходимые мероприятия, в том числе переливание крови. У пациентки диагностирована хроническая почечная недостаточность 3Б степени по классификации КДИГО (СКФ 39 мл/мин/1,73 м², креатинин 127 мкмоль/л). Учитывая анамнез заболевания, рецидивы кровотечений и риск развития контраст-индуцированной нефропатии, было принято решение о выполнении операции TIPS без использования йодированного контрастного препарата. В качестве альтернативы использовали медицинский углекислый газ (CO₂). Согласие больной на операцию получено.

Под местной анестезией 0,5% новокаина 20,0 мл были пунктированы и катетеризированы яремная вена и правая печёночная вена. После заклинивания катетером в печёночной вене проводили измерение градиента давления в портокавальной системе – 24 мм рт. ст. Интраоперационно принято решение о наложении портокавального анастомоза. Для облегчения пункции выполнена навигационная карбоксипортография (рис. 1). Установлен катетер системы Rosch-Uchida, и пунктирована воротная вена со второй попытки. Далее

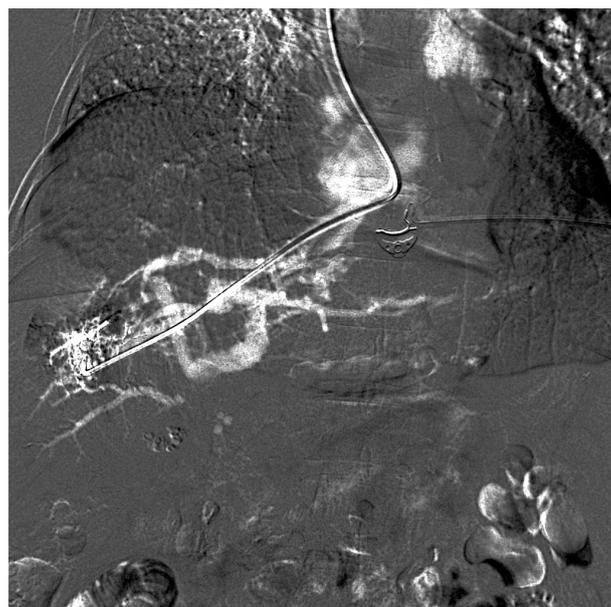


Рис. 1. Карбоксипортография из печёночной вены

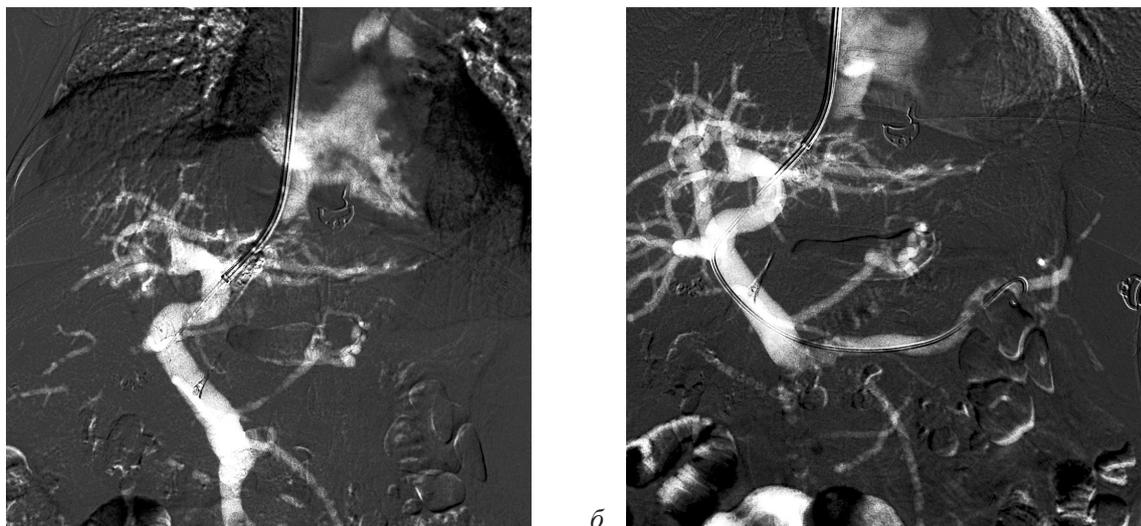


Рис. 2. Карбоксиportoграфия из портальной вены (а, б)

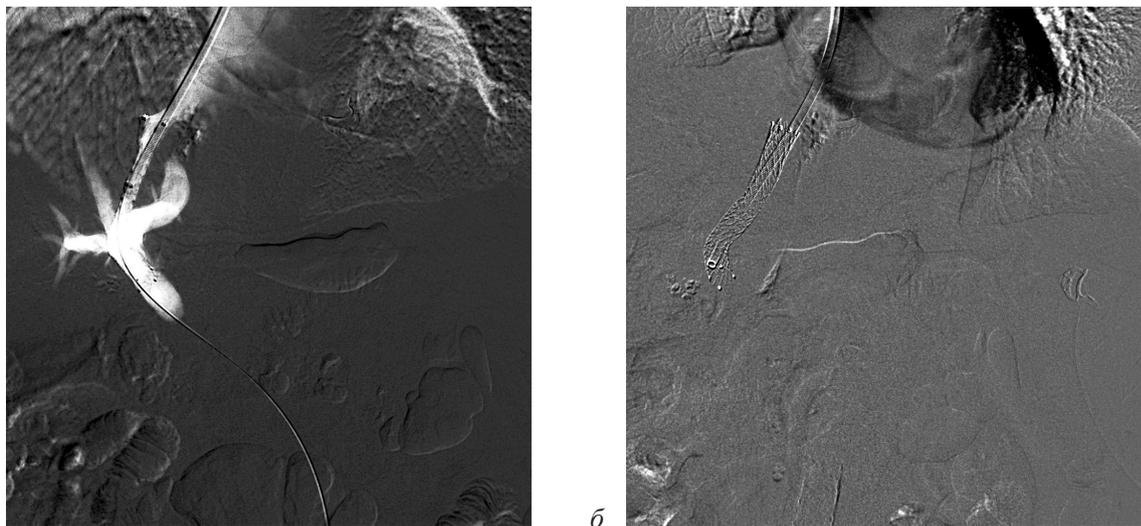


Рис. 3. Имплантация голометаллического стента (а) и 2 стентов по методике Sandwich (б)

по проводнику диагностический катетер проведен и позиционирован в воротной вене печени. Выполнена карбоксиportoграфия (рис. 2): воротная вена расширена (15 мм), селезеночная вена, верхняя и нижняя брыжеечные вены визуализируются без признаков тромбоза. По обменному проводнику заведен баллонный катетер, и выполнена баллонная дилатация печёночной паренхимы с последующей имплантацией голометаллического стента и стент-графта по методике, предложенной профессором В.Н. Шиповским (техника Sandwich) (рис. 3). При контрольной карбоксиportoграфии: стенты проходимы (рис. 4). Инструменты поочерёдно удалены, выполнен гемостаз пальцевым прижатием (20 мин). Наложена давящая асептическая повязка на место пункции.

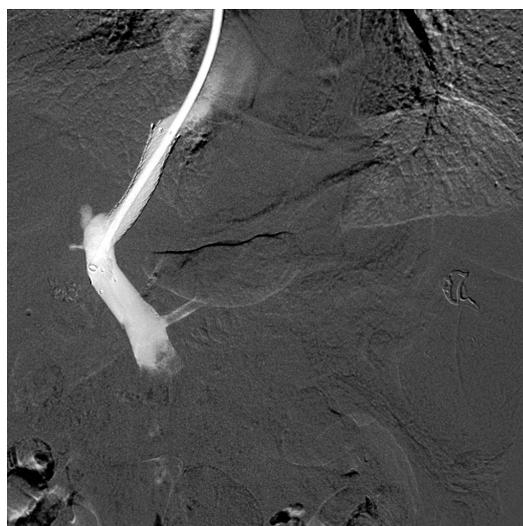


Рис. 4. Финальная карбоксиportoграфия

Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии на 6-е сутки после вмешательства, с рекомендациями.

В январе 2024 г. пациентка приглашена в клинику для контрольного осмотра. В послеоперационном периоде рецидива кровотечения не наблюдалось. По данным УЗИ брюшной полости: скорость кровотока в раннее имплантированном стенте не изменена, пролабации паренхимы печени в просвете стента не наблюдалось.

Обсуждение

В процессе проведения операции TIPS расходуется от 150 до 400 мл йодсодержащего контрастного препарата в зависимости от сложности анатомии конкретного пациента. Такое количество контрастного вещества оказывает негативное влияние и повышает риск контраст-индуцированной нефропатии у больных со сниженным уровнем скорости клубочковой фильтрации. Использование CO₂ вместо йодсодержащего контрастного вещества не ухудшает состояние больных в послеоперационном реабилитационном периоде, особенно у пациентов с осложнениями гепатorenального синдрома, так как углекислый газ полностью выводится легкими. Углекислый газ является единственным доказанным безопасным контрастным веществом у больных с почечной недостаточностью и гиперчувствительностью к йодированному контрастному веществу [13].

Заключение

Операция TIPS представляет собой малоинвазивный, высокотехнологичный и эффективный метод эндоваскулярного лечения кровотечения из варикозно-расширенных вен желудка и пищевода при портальной гипертензии цирротического генеза.

У пациентов с риском развития контраст-индуцированной нефропатии операция TIPS может быть успешно выполнена с применением углекислого газа как альтернативы йодсодержащему препарату.

Литература/References

1. Kisseleva T., Brenner D. Molecular and cellular mechanisms of liver fibrosis and its regression. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2021; 18 (3): 151–166. DOI: 10.1038/s41575-020-00372-7

2. Затевахин И.И., Шиповский В.Н., Цициашвили М.Ш., Монахов Д.В. Портальная гипертензия. Диагностика и лечение. М.: Буки Веди; 2015. Zatevakhin I.I., Shipovskiy V.N., Tsitsiashvili M.Sh., Monakhov D.V. Portal hypertension diagnosis and treatment. Moscow; 2015 (in Russ.).
3. Liu Y.B., Chen M.K. Epidemiology of liver cirrhosis and associated complications: current knowledge and future directions. *World J. Gastroenterol.* 2022; 28 (41): 5910–5930. DOI: 10.3748/wjg.v28.i41.5910
4. GBD 2017 Cirrhosis Collaborators. The global, regional, and national burden of cirrhosis by cause in 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet. Gastroenterol. Hepatol.* 2020; 5 (3): 245–266. DOI: 10.1016/S2468-1253(19)30349-8
5. García-Pagán J.C., Saffo S., Mandorfer M., Garcia-Tsao G. Where does TIPS fit in the management of patients with cirrhosis? *JHEP Rep.* 2020; 2 (4): 100122. DOI: 10.1016/j.jhepr.2020.100122
6. Villanueva C., Albillos A., Genescà J., Abraldes J.G., Calleja J.L., Aracil C. et al. Development of hyperdynamic cirrhosis and response to β -blockers in compensated cirrhosis with portal hypertension. *Hepatology (Baltimore, Md.)*. 2016; 63 (1): 197–206. DOI: 10.1002/hep.28264
7. Magaz M., Baiges A., Hernández-Gea V. Precision medicine in variceal bleeding: are we there yet? *J. Hepatol.* 2020; 72 (4): 774–784. DOI: 10.1016/j.jhep.2020.01.008
8. Ginès P., Solà E., Angeli P., Wong F., Nadim M.K., Kamath P.S. Hepatorenal syndrome. *Nat. Rev. Dis. Primers.* 2018; 4 (1): 23. DOI: 10.1038/s41572-018-0022-7
9. Boike J.R., Thornburg B.G., Asrani S.K., Fallon M.B., Fortune B.E., Izzy M.J. et al. North American practice-based recommendations for transjugular intrahepatic portosystemic shunts in portal hypertension. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* 2022; 20 (8): 1636–1662.e36. DOI: 10.1016/j.cgh.2021.07.018
10. Tripathi D., Stanley A.J., Hayes P.C., Travis S., Armstrong M.J., Tsochatzis E.A. et al. Transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt in the management of portal hypertension. *Gut.* 2020; 69 (7): 1173–1192. DOI: 10.1136/gutjnl-2019-320221
11. Busk T.M., Bendtsen F., Poulsen J.H., Clemmesen J.O., Larsen F.S., Goetze J.P. et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt: impact on systemic hemodynamics and renal and cardiac function in patients with cirrhosis. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver. Physiol.* 2018; 314 (2): G275–G286. DOI: 10.1152/ajpgi.00094.2017
12. Bucsiacs T., Schoder M., Goeschl N., Schwabl P., Mandorfer M., Diermayr M. et al. Re-bleeding rates and survival after early transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) in clinical practice. *Dig. Liver. Dis.* 2017; 49 (12): 1360–1367. DOI: 10.1016/j.dld.2017.08.002
13. Cho K.J. Carbon dioxide angiography: scientific principles and practice. *Vasc. Specialist. Int.* 2015; 31 (3): 67–80. DOI: 10.5758/vsi.2015.31.3.67
14. Young M., Mohan J. Carbon dioxide angiography. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. PMID: 30480977.
15. Gupta A., Dosekun A.K., Kumar V. Carbon dioxide-angiography for patients with peripheral arterial disease at risk of contrast-induced nephropathy. *World J. Cardiol.* 2020; 12 (2): 76–90. DOI: 10.4330/wjc.v12.i2.76

© Коллектив авторов, 2024

УДК 616.137.83-007.64-089.819.5

Эндоваскулярное лечение ложной аневризмы ветви глубокой бедренной артерии после сочетанного минно-взрывного ранения

*Б.Р. Мартиросян¹✉, К.В. Заргаров¹, Т.Д. Шургая¹, П.А. Чехленков¹,
А.М. Кузнецов¹, Г.Г. Мелконян^{1,2}*

¹ ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

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

✉ **Мартиросян Борис Рафаилович**, канд. мед. наук, заведующий отделением по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению; e-mail: bmartirosyan@hotmail.com
Заргаров Карен Владимирович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению
Шургая Тато Давидович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению
Чехленков Павел Алексеевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению
Кузнецов Александр Михайлович, канд. мед. наук, заведующий отделением сосудистой хирургии; orcid.org/0000-0002-8740-1610
Мелконян Георгий Геннадьевич, д-р мед. наук, профессор, главный врач; orcid.org/0000-0002-4021-5044

Резюме

Формирование ложных аневризм периферических артерий вследствие высокоэнергетической комбинированной минно-взрывной травмы является самым частым последствием повреждения сосудистой стенки и встречается в 40–50% случаев от общего количества травм периферических сосудов нижних конечностей. В бассейне посттравматического сосудистого русла в более позднем периоде нередко возникают повторные повреждения артерий с высокой вероятностью рецидива кровотечения. В таком случае нарушение целостности даже мелких ветвей приводит к длительному кровотечению и массивной кровопотере. На сегодняшний день существуют варианты открытого и эндоваскулярного хирургического вмешательства при лечении ложных аневризм периферических артерий. Открытые операции являются классическим подходом, но часто технически сложны вследствие сочетанной травмы военного времени. С развитием внутрисосудистых технологий все чаще операцией выбора становится эндоваскулярная окклюзия поврежденного сосуда специальными устройствами. В данной статье описывается предложенный коллективом авторов вариант спиральной эмболизации посттравматической пульсирующей гематомы как эффективный способ эндоваскулярного лечения.

Ключевые слова: ложная аневризма периферической артерии, пульсирующая гематома, эмболизация

Для цитирования: Мартиросян Б.Р., Заргаров К.В., Шургая Т.Д., Чехленков П.А., Кузнецов А.М., Мелконян Г.Г. Эндоваскулярное лечение ложной аневризмы ветви глубокой бедренной артерии после сочетанного минно-взрывного ранения. *Эндоваскулярная хирургия*. 2024; 11 (4): 513–520. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-513-520

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.11.2024
Принята к печати 18.12.2024

Endovascular treatment of a false aneurysm of a branch of the deep femoral artery after a combined mine-explosion injury

*B.R. Martirosyan¹✉, K.V. Zargarov¹, T.D. Shurgaya¹, P.A. Chekhlenkov¹,
A.M. Kuznetsov¹, G.G. Melkonyan^{1,2}*

¹ War Veterans Hospital No. 3, Moscow, Russian Federation

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

✉ **Boris R. Martirosyan**, Cand. Med. Sci., Head of Department of X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment; e-mail: bmartirosyan@hotmail.com
Karen V. Zargarov, Endovascular Surgeon
Tato D. Shurgaya, Endovascular Surgeon

Pavel A. Chekhlenkov, Endovascular Surgeon

Aleksandr M. Kuznetsov, Cand. Med. Sci., Head of the Department of Vascular Surgery;
orcid.org/0000-0002-8740-1610

Georgiy G. Melkonyan, Dr. Med. Sci., Professor, Chief Physician; orcid.org/0000-0002-4021-5044

Abstract

The formation of false aneurysms of peripheral arteries due to high-energy combined mine-explosion injury is the most common consequence of damage to the vascular wall and there are from 40 to 50% of cases of total injuries of peripheral vessels of the lower extremities. In the basin of the posttraumatic vascular bed, in the later period, repeated damage to the arteries often occurs, with a high probability of recurrence of bleeding. In this case, the violation of the integrity of even small branches leads to prolonged bleeding and massive blood loss. To date, there are options for open and endovascular surgical intervention in the treatment of false peripheral artery aneurysms. Open surgery is a classic approach, but is often technically difficult due to combined wartime trauma. With the development of intravascular technologies, endovascular occlusion of a damaged vessel with special devices is increasingly becoming the operation of choice. This article describes a variant of spiral embolization on a stent anchor of a posttraumatic pulsating hematoma proposed by our team of authors, demonstrating an effective method of endovascular treatment.

Keywords: false peripheral artery aneurysm, pulsating hematoma, embolization

For citation: Martirosyan B.R., Zargarov K.V., Shurgaya T.D., Chekhlenkov P.A., Kuznetsov A.M., Melkonyan G.G. Endovascular treatment of a false aneurysm of a branch of the deep femoral artery after a combined mine-explosion injury. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2024; 11 (4): 513–520 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-513-520

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

Received November 6, 2024
Accepted December 18, 2024

Введение

Повреждения магистральных сосудов относятся к тяжелым видам травмы, приводящим к смерти или инвалидизации потерпевших. В мирное время травматические повреждения артерий составляют от 6 до 11% от общего количества травм и встречаются при колото-резаных (20%) и огнестрельных (15%) ранениях, при автотравме (22%), в быту (17%), в 11% случаев отмечено их ятрогенное происхождение [1]. Считается, что наличие тяжелой сочетанной травмы ухудшает общее состояние больного, повышает частоту осложнений и летальных исходов [2].

В военное время частота сосудистых травм варьирует от 12 до 19% [3, 4]. Современная высокоэнергетическая комбинированная минно-взрывная травма, приводящая к повреждениям сосудистого русла, составляет одну из наиболее важных проблем современной хирургии, так как сопровождается высокой летальностью, тяжелыми осложнениями и частой инвалидизацией.

Точная диагностика и своевременное лечение больных с травмами артерий является актуальной задачей хирургии. По данным инструментальных и лучевых методов диагно-

стики выявляются следующие посттравматические повреждения артериальных сосудов: ложная аневризма и пульсирующая гематома – 41%, окклюзия артерий – 27%, артерио-венозное сообщение – 9%, гематома мягких тканей – 6%, полный поперечный отрыв артерии – 1,5%, диссекция интимы – 1% случаев [5]. Таким образом, пульсирующая гематома с формированием ложной аневризмы является самым частым последствием травмы артерий и встречается в 40–50% случаев от общего количества посттравматических повреждений периферических сосудов нижних конечностей. Следует отметить, что в бассейне посттравматического сосудистого русла в более позднем периоде нередко возникают повторные повреждения артерий, с высокой вероятностью рецидива кровотечения [6]. В таком случае повреждение даже мелких ветвей приводит к длительному кровотечению и массивной кровопотере.

На сегодняшний день существуют варианты открытого и эндоваскулярного хирургического вмешательства при лечении ложных аневризм периферических артерий. Открытые операции являются классическим подходом (ревизия, пластика аутовеной, синтетическим или гомоартериальным протезом, резекция

аневризмы, ушивание дефекта стенки, наложение анастомоза конец в конец, перевязка артерии, ампутация конечности), но часто технически сложны вследствие сочетанной травмы военного времени.

С развитием внутрисосудистых технологий все чаще операцией выбора становится эндоваскулярная окклюзия поврежденного сосуда специальными устройствами: спиралями, эмболами, стент-графтами, окклюдерами. Эндоваскулярное хирургическое вмешательство является менее травматичным, сокращает длительность пребывания пациента на больничной койке, способствует ранней активизации, а также минимизирует риск инфицирования аневризмы в стационаре. При этом необходимо тщательно идентифицировать и эмболизировать все сосуды, питающие аневризму и исходящие из нее, чтобы избежать ретроградного кровотока из коллатеральных артерий [7–9]. Из-за недостаточности всего арсенала расходного материала, используемого в таких случаях, применение данных методов лечения может быть ограничено или недоступно.

Описание случая

Пациент М., 47 лет, находился на этапном лечении в госпитале с клиническим диагнозом: сочетанное огнестрельное осколочное ранение головы, грудной клетки, нижних конечностей от 14.12.2023 г. Слепое огнестрельное осколочное ранение лица с открытым фрагментарным переломом нижней челюсти. Множественные осколочные проникающие слепые ранения грудной клетки, ателектаз нижней доли левого легкого, гемопневмоторакс слева, перелом хрящевой части II ребра слева. Множественные огнестрельные осколочные ранения нижних конечностей. Огнестрельное осколочное ранение левого бедра с повреждением левых общей бедренной артерии (ОБА) и общей бедренной вены. Осколочное ранение левой половины мошонки. Окклюзия малоберцовой артерии на уровне верхней и средней трети левой голени. Неокклюзионный тромбоз наружной подвздошной вены, поверхностной бедренной вены на всем протяжении без признаков флотации. Окклюзионный тромбоз одной из малоберцовых вен на уровне верхней трети левой голени.

На этапах эвакуации больному были проведены следующие оперативные вмешательства:

левосторонняя торакотомия, дренирование левой плевральной полости. Временное протезирование левых общей бедренной артерии и общей бедренной вены, хирургическая обработка ран. Удаление временного протеза, шов краевого повреждения общих бедренных артерии и вены. Широкая фасциотомия мышечно-фасциальных футляров левой голени, некрэктомия части икроножной мышцы левой голени. Трахеостомия. Остеосинтез нижней челюсти. Первичная хирургическая обработка ран левой нижней конечности. Этапная хирургическая обработка ран грудной стенки слева, левой нижней конечности. Ревизия раны левого бедра. Остановка аррозивного кровотечения из ветвей левой глубокой бедренной артерии.

На фоне проводимого комплексного лечения на протяжении 26 дней больной стабилизировался, был вертикализирован, отмечено улучшение общего состояния, планировалось расширение реабилитационных мероприятий. На этом фоне у больного появилась острая боль с образованием округлого болезненного уплотнения в области верхней трети левого бедра. При осмотре общее состояние больного средней степени тяжести, температура 36,5 °С, сознание ясное, параметры гемодинамики стабильные. Левая нижняя конечность отечная. В области левой голени по латеральной и медиальной поверхности ушитые послеоперационные раны длиной около 15 см без признаков острого воспаления, швы состоятельные. В верхней трети левого бедра с переходом на левую паховую область частично ушитая рана неправильной формы, швы состоятельные, локально гранулирующая рана 7×5 см без признаков острого воспаления. Пальпаторно ниже паховой складки мягкие ткани уплотнены, с незначительной болезненностью.

В экстренном порядке выполнена ультразвуковая доплерография артерий подвздошно-бедренного сегмента слева. В 1/3 бедра дистальнее отхождения глубокой бедренной артерии (ГБА) лоцируется ветвь ГБА, диаметром 3,0 мм, протяженностью около 3,5 см, которая сообщается с полостью межмышечной гематомы размером 15,0×3,5×6,1 см с признаками частичной организации и с регистрируемым турбулентным артериальным кровотоком в часть полости размером 3,0×2,5×2,3 см. По данной ветке в полость гематомы определяется кровоток магистраль-

ного типа с линейной скоростью (ЛСК) 210 см/с. Заключение: УЗ-признаки ложной пульсирующей аневризмы (гематомы) ветви глубокой бедренной артерии слева.

Учитывая клинико-инструментальную картину пульсирующей гематомы в системе левой ГБА, принято решение о проведении экстренного ангиографического исследования подвздошно-бедренного сегмента слева с интраоперационным принятием решения о проведении возможной эмболизации сосуда, питающего пульсирующую гематому.

Ход операции. Под местной анестезией выполнена ретроградная катетеризация правой ОБА. Установлен интродьюсер 6 Fr. При помощи диагностического проводника и катетера JR 6 Fr выполнена катетеризация контралатеральной ОБА. Проведена многопроекционная ангиография бедренного сегмента слева. На серии ангиограмм определяются ангиографические признаки полного поперечного отрыва перфорантной артерии диаметром 2,7 мм системы ГБА с экстравазальным контрастированием и формированием пульсирующей гематомы размером 2,3×2,5 см (рис. 1). Ситуация обсуждена с сосудистыми хирургами. Учитывая состояние больного, тяжелую сочетанную травму, высокий риск осложнений открытой операции, принято коллегиальное решение о выполнении эндоваскулярного вмешательства – спиральной эмболизации питающего афферента перфорантной артерии ГБА.

Через ранее установленный интродьюсер 6 Fr в правой ОБА по периферическому проводнику в левую ОБА установлен направляющий катетер JR 6 Fr. В проксимальный сегмент перфорантной артерии заведен проводник Sion 0,014". По проводнику в перфорантной ветви установлен микрокатетер Renegade STS 18/150. Многочисленные попытки имплантации отсоединяемой спирали Axium 2 мм × 4 см в проксимальный сегмент афферента успехом не увенчались, вероятнее всего по причине большой скорости кровотока в целевой артерии. Во избежание высокого риска дислокации спиралей в просвет ложной аневризмы было принято решение о проведении эндоваскулярного вмешательства в два этапа: первый этап – имплантация стента в проксимальный сегмент целевой артерии с целью фиксации спиралей, второй этап – спиральная эмболизация в область проксимального стентированного участка. По установленному проводнику в перфорантную артерию с захватом проксимального сегмента 1-й боковой ветви заведен, позиционирован и имплантирован коронарный стент «Калипсо» 2,25/12 мм на номинальном давлении (рис. 2, а). Выполнена баллонная дилатация проксимального участка стента баллоном высокого давления 2,5/15 мм (рис. 2, б). Баллонный катетер удален. По проводнику в участок проксимального стентированного сегмента установлен микрокатетер Renegade STS 18/150. Выполнена последовательная эмболизация перфорантной артерии



Рис. 1. Диагностическая ангиография:

а, б – ангиограммы пульсирующей гематомы в системе ГБА с признаками поперечного отрыва перфорантной артерии, визуализируется струя контрастированной крови в полость сформированной гематомы

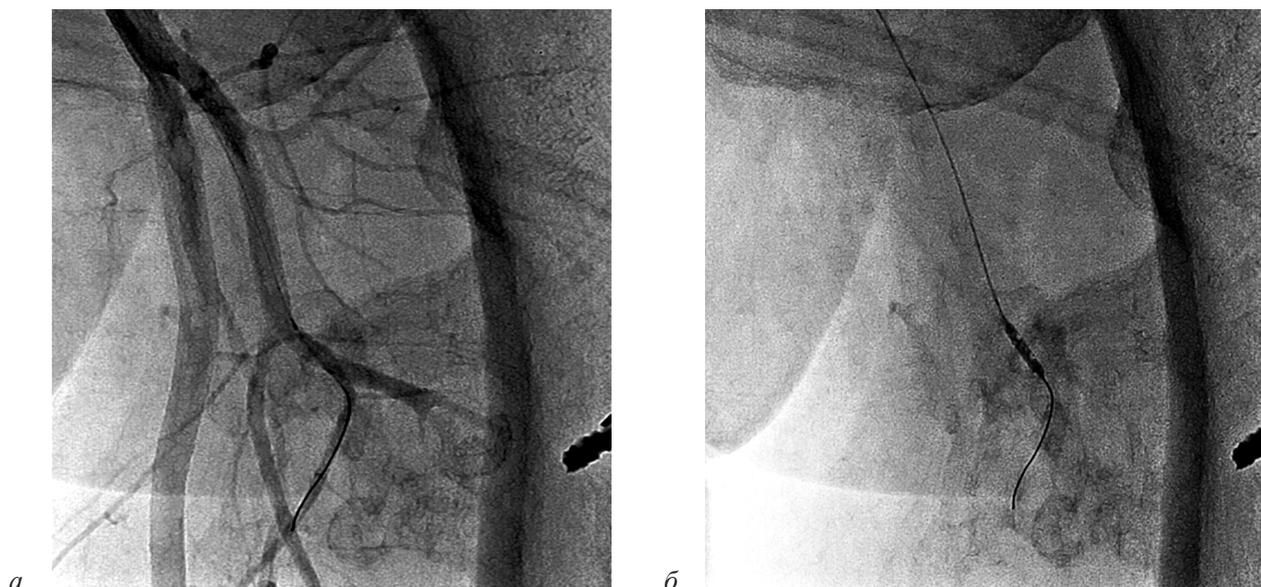


Рис. 2. Этапы эндоваскулярного вмешательства:

а – имплантация стента в перфорантную артерию с захватом боковой ветви; *б* – проксимальная оптимизация стентированного сегмента

в области стентированного сегмента толкаемыми спиралями Complex Helical-18 6×6 мм (2 шт.), Complex Helical-18 4×4 мм (2 шт.) (рис. 3). На серии контрольных ангиограмм поступления контрастного вещества в полость ложной аневризмы не выявлено, кровоток по ГБА магистральный, не компрометирован (рис. 4). После удаления инструментов и мануального гемостаза в области доступа наложена асептическая давящая повязка.

Послеоперационный период протекал без осложнений.

По результатам контрольной УЗДГ бедренного сегмента слева на 2-е сутки после оперативного вмешательства в общей, поверхностной и глубокой бедренных артериях регистрируется магистральный кровоток, ЛСК = 50 см/с. Кровоток по перфорантной артерии не регистрируется. По медиальной поверхности бедра на уровне пр/3 визуализи-

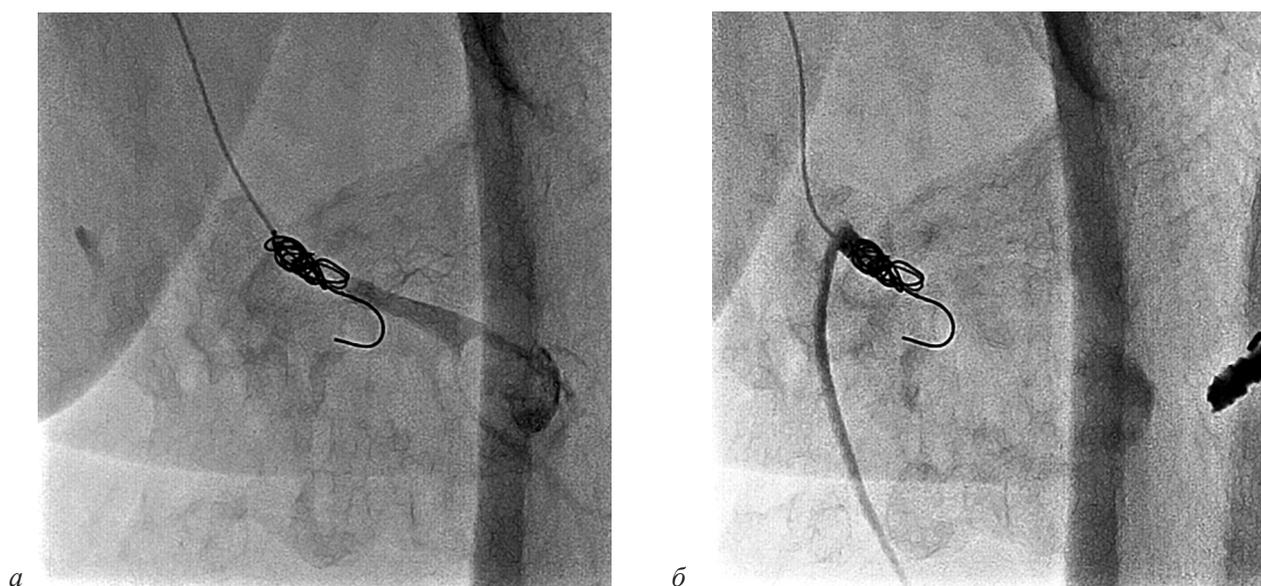


Рис. 3. Этапы эндоваскулярного вмешательства:

а, б – эмболизация перфорантной артерии ГБА спиралями Complex Helical-18 в области стентированного сегмента

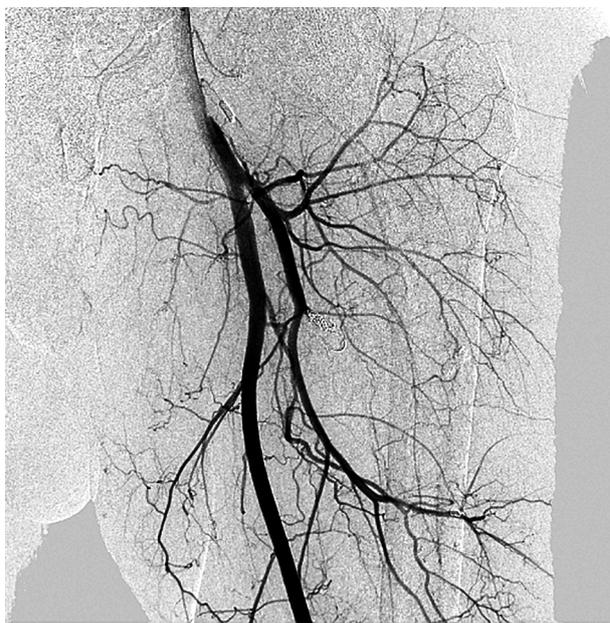


Рис. 4. Контрольная ангиография через 15 мин после эмболизации. Полная редукция кровотока целевой артерии

зируется гипоехогенная межмышечная гематома размером до $24 \times 31 \times 59$ мм с признаками организации, кровотока не регистрируется. В системе ГБА ложная аневризма исключена из кровотока.

Пациент продолжил дальнейшее плановое стационарное лечение.

Обсуждение

В результате ранения или закрытой травмы при повреждении всех слоев сосудистой стенки образуется пульсирующая гематома с формированием ложной аневризмы. Клинически такие образования проявляются припухлостью, пульсацией и систолическим шумом, что нередко сопровождается болевым синдромом в области аневризмы. В результате формирования ложной аневризмы, в зависимости от её размеров и конфигурации, клиническая картина может сопровождаться ишемическими расстройствами за счет сдавления прилегающей рядом магистральной артерии. Разрыву подвергаются чаще всего подколенная, плечевая, подмышечная, бедренная артерии и глубокая артерия бедра. Механизм разрыва артерии в посттравматическом периоде, как в нашем случае, заключается в том, что стенка артерии придавливается к твердой подкладке (к кости или натянутой связке). В результате повышения внутрисосудистого гидравличес-

кого напряжения и локальной ударной нагрузки на артерию происходит резкий скачок давления и, как следствие, разрыв стенки сосуда [10, 11].

По нашему мнению, самым грозным повреждением сосуда, которое может приводить к образованию пульсирующей гематомы, является полный поперечный отрыв артерии. В нашем случае мы столкнулись с полным поперечным разрывом крупной боковой ветви ГБА – перфорантной артерии, с формированием пульсирующей гематомы, что было подтверждено данными УЗДГ, а также прямого ангиографического исследования. Ангиографическая картина полного поперечного разрыва с формированием ложной аневризмы представлена смещением разорванной артерии, выходом контрастного вещества за пределы поврежденного сосуда в окружающие ткани в виде струи в коаксиальном направлении, отсутствием контрастирования дистального русла, пульсирующим контрастированием гематомы.

При выборе метода оперативного вмешательства мы основывались на клинико-инструментальной картине. Учитывая высокий риск периоперационных осложнений открытой операции, что было обусловлено сочетанным огнестрельным осколочным ранением головы, грудной клетки, нижних конечностей; множественными огнестрельными осколочными ранениями нижних конечностей; огнестрельным осколочным ранением левого бедра с повреждением левых общей бедренной артерии и общей бедренной вены; состоянием после удаления временного протеза левых общей бедренной артерии и общей бедренной вены; состоянием после наложения швов краевого повреждения общих бедренных артерии и вены; гранулирующей раной 7×5 см без признаков острого воспаления в левой паховой области, коллегиально было принято решение о проведении эндоваскулярного вмешательства.

С целью сохранения основной ветви ГБА мы планировали эмболизацию только бокового афферента – перфорантной артерии ГБА. И в данном случае рассматривались варианты имплантации периферического окклюдера диаметром 4–5 мм или спиральной эмболизации при помощи якорных спиралей. Но учитывая отсутствие вышеупомянутых устройств, было принято решение о проведении спираль-

ной эмболизации периферическими спиралями 0,018". Многочисленные попытки имплантации отсоединяемой спирали Axium 2 мм × 4 см в проксимальный сегмент афферента успехом не увенчались, скорее всего из-за большой скорости кровотока в целевой артерии. Прогнозируя высокий риск дистальной эмболизации спиралей в полость ложной аневризмы (короткая шейка афферента – до 30 мм с наличием кровотока магистрального типа с ЛСК до 210 см/с), нами впервые был предложен вариант метода спиральной эмболизации с предварительной имплантацией стента в участок питающего афферента с целью последующей фиксации имплантируемых спиралей. Подобный вариант эндоваскулярного вмешательства в доступной литературе мы не встречали. Таким образом, в данном случае процедура эмболизации проведена в два этапа: в первую очередь в область короткого афферента был имплантирован стент, основой которого стал коронарный стент, а затем в проксимальный сегмент установленного стента имплантированы толкаемые спирали 0,018". За время выполнения эндоваскулярного вмешательства технических сложностей не возникло. На контрольной ангиографии получен оптимальный результат – полная редукция кровотока целевой артерии.

Заключение

В настоящее время, благодаря многообразию современных внутрисосудистых окклюзионных устройств, эндоваскулярные процедуры эмболизации все чаще становятся методом выбора, например при лечении посттравматических повреждений сосудов. Но зачастую мы сталкиваемся с недостатком или отсутствием необходимого окклюдизирующего устройства в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения в связи с невозможностью их широкого применения в первую очередь по финансовым ограничениям. Предложенный нами вариант спиральной эмболизации с предварительной установкой стента и последующей имплантацией спиралей в целевую артерию у больного с посттравматической пульсирующей гематомой периферической артерии нижней конечности представляет собой эффективный способ эндоваскулярного лечения.

Литература/References

1. Бояринцев В.В., Закарян Н.В., Шелеско А.А., Панков А.С., Давтян А.Г., Молохоев Е.Б. Современные возможности экстренной и неотложной рентгенэндоваскулярной помощи при сосудистых посттравматических повреждениях. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2019; 1: 105–115. DOI: 10.26269/eyg2-vs37
Boiarincev V.V., Zakarian N.V., Shelesko A.A., Pankov A.S., Davtian A.G., Molohoev E.B. Current opportunities of emergency and urgent interventional care in vascular posttraumatic damage. *Kremlin Medicine Journal*. 2019; 1: 105–115 (in Russ.). DOI: 10.26269/eyg2-vs37
2. Белозеров Г.Е., Черная Н.Р., Климов А.Б., Бочаров С.М., Прозоров С.А., Исаев Г.А. Рентгеноэндоваскулярная хирургическая тактика при травме артерий. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2006; 11: 58–61.
Belozеров G.E., Chernaya N.R., Klimov A.B., Bocharov S.M., Prozorov S.A., Isayev G.A. Endovascular approach to arterial injury. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2006; 11: 58–61 (in Russ.).
3. Рева В.А., Юдин А.Б., Денисов А.В. Временное эндоваскулярное протезирование артерий – новое решение в лечении тяжелой сосудистой травмы. *Военно-медицинский журнал*. 2017; 338 (9): 15–19.
Reva V.A., Yudin A.B., Denisov A.V. Temporary endovascular arterial replacement is a new solution in the treatment of severe vascular injury. *Military Medical Journal*. 2017; 338 (9): 15–19 (in Russ.).
4. Чернуха Л.М., Никольников П.И., Каширова Е.В. Посттравматические артериовенозные фистулы. Опыт лечения. *Новости хирургии*. 2011; 19 (3): 63–69.
Chernukha L.M., Nikul'nikov P.I., Kashiroya E.V. Post-traumatic arteriovenous fistulas. Treatment experience. *Novosti Khirurgii*. 2011; 19 (3): 63–69 (in Russ.).
5. Бочаров С.М., Белозеров Г.Е., Черная Н.Р., Климов А.Б. Ангиографическая семиотика ранений и повреждений артерий. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2007; 1 (1): 88–92.
Bocharov S.M., Belozеров G.E., Chernaya N.R., Klimov A.B. Sngiographic semiotics of wounds and damage to arteries. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2007; 1 (1): 88–92 (in Russ.).
6. Виноградова Ю.А., Коков Л.С., Михайлов И.П., Кирющенков В.П., Трошкина Е.В. Методы лечения пульсирующего гематом и ложных аневризм периферических артерий после рентгенэндоваскулярных вмешательств. *Лечащий врач*. 2018; 7: 21–24.
Vinogradova Yu.A., Kokov L.S., Mikhailov I.P., Kiryushchenkov V.P., Troshkina E.P. Methods of treatment of pulsating hematoma and false aneurysms of peripheral arteries after endovascular interventions. *Lechaschi Vrach*. 2018; 7: 21–24 (in Russ.).
7. Дурлештер В.М., Бухтояров А.Ю., Оганесян О.А., Лясковский К.О., Никитин С.П., Чехоев С.В. Эндоваскулярное лечение ложной посттравматической аневризмы задней большеберцовой артерии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2017; 4 (4): 326–331. DOI: 10.24183/2409-4080-2017-4-4-326-331

- Durleshter V.M., Bukhtoyarov A.Yu., Oganesyanyan O.A., Lyaskovskiy K.O., Nikitin S.P., Chekhoev S.V. Endovascular treatment of a false post-traumatic aneurysm of the posterior tibial artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2017; 4 (4): 326–331 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2017-4-4-326-331
8. Лещинская О.В., Кудряшова Н.Е., Михайлов И.П., Чернышева О.А., Мигунова Е.В., Лбова О.А. Посттравматическая ложная аневризма бедренной артерии с артериовенозным соустьем у пациента 32 лет (клиническое наблюдение). *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2019; 8 (4): 458–462. DOI: 10.23934/2223-9022-2019-8-4-458-462
- Leshchinskaya O.V., Kudryashova N.E., Mikhaylov I.P., Chernysheva O.A., Migunova E.V., Lbova O.A. Post-traumatic pseudoaneurysm of femoral artery associated with arteriovenous fistula in a 32-year-old male patient (clinical observation). *Russian Sklifosovsky Journal “Emergency Medical Care”*. 2019; 8 (4): 458–462 (in Russ.). DOI: 10.23934/2223-9022-2019-8-4-458-462
9. Darbari A., Tandon S., Chandra G. Post-traumatic peripheral arterial pseudoaneurysms: our experience. *Indian J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 22: 182–187. DOI: 10.1007/s12055-006-0755-x
10. Mohan B., Singal S., Bawa A. S. Endovascular management of traumatic pseudoaneurysm: short & long term outcomes. *J. Clin. Orthopaed. Trauma*. 2017; 8 (3): 276–280. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.05.010
11. Randimbirinirina Z.L., Rajaobelison T., Ratsimarisololo N. Management of post-traumatic peripheral arterial pseudoaneurysm in Antananarivo. *Eur. J. Clin. Med.* 2021; 2 (3): 134–138. DOI: 10.24018/clinicmed.2021.2.3.84