

Международный  
журнал  
интервенционной  
кардиоангиологии

International Journal  
of Interventional  
Cardioangiology

ISSN 1727-818X (Print)  
ISSN 2587-6198 (Online)

№ 71  
2022

**Читайте в номере:**

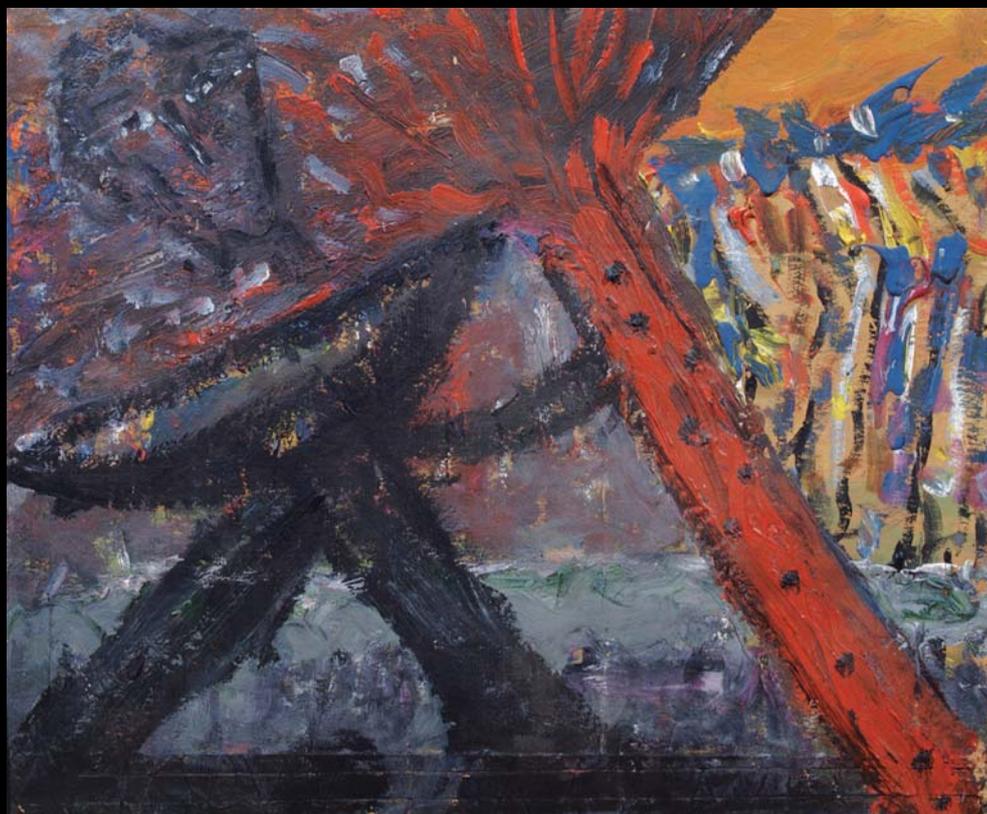
Сравнительная оценка  
клинического течения  
и ближайшего прогноза  
острого инфаркта миокарда  
с подъемом сегмента *ST* у больных  
с сопутствующим COVID-19  
и без COVID-19

И.И. Обручникова, Л.М. Гинзбург,  
И.Е. Чернышева, Н.В. Церетели,  
Д.Г. Иоселиани

**Read in this issue:**

Comparative assessment of the  
clinical course and immediate  
prognosis  
of acute myocardial infarction (AMI)  
with segment *ST* elevation (STEMI)  
in patients with or without  
concomitant COVID-19

I.I. Obruchnikova, L.M. Ginzburg,  
I.E. Chernysheva, N.V. Tsereteli,  
D.G. Iosseliani



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ КАРДИОАНГИОЛОГИИ

**№ 71-2022**

Научно-практическое  
издание Российского  
научного общества  
интервенционных  
кардиоангиологов.  
Год основания – 2002

**Подписка**

по интернет-версии  
Объединенного каталога  
«Пресса России» на сайтах  
[www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru)  
[www.akc.ru](http://www.akc.ru)  
Подписной индекс E82182

**Адрес в Интернете:**  
[www.ijic.ru](http://www.ijic.ru)

**Адрес редакции:**

101000 Москва,  
Сверчков пер., 5  
Тел. (495) 624 96 36  
Факс (495) 624 67 33

**Переводы статей:**

Бюро переводов МЕДТРАН

**Оригинал-макет:**

Издательство ВИДАР

**Верстка:**

Ю.А. Кушель

**Корректор:**

Т.И. Луковская

Редакция выражает  
особую признательность  
доктору и художнику  
Георгию Гигинейшвили  
за предоставленную  
возможность размещения  
на обложке журнала его  
работы “Интервенционная  
кардиоангиология”

**Главный редактор** Д.Г. Иоселиани

**Заместители главного редактора:**

А.М. Бабунашвили (Москва) – председатель РНОИК  
С.П. Семитко (Москва)

**Члены редколлегии**

А.В. Азаров (Москва)	Я. Ковач (Лейчестер, Великобритания)
Д.А. Асадов (Москва)	А.Г. Колединский (Москва)
Д.Г. Громов (Москва)	Ю.В. Суворова (Санкт- Петербург)
Э.Н. ДеМария (Сан-Диего, США)	Н.В. Церетели (Москва)
В.В. Демин (Оренбург)	А. Эрглис (Рига, Латвия)
Д.В. Кандыба (Санкт- Петербург)	
И.А. Ковальчук (Москва)	

**Редакционный совет**

Ю.В. Белов (Москва)	М.К. Морис (Париж, Франция)
И.З. Борукаев (Нальчик)	С.-Дж. Парк (Сеул, Республика Корея)
И.В. Бузаев (Уфа)	Ш. Сайто (Камакура, Япония)
А. Ваханян (Париж, Франция)	А.Н. Самко (Москва)
Ю.Д. Волынский (Москва)	П. Серраюс (Роттердам, Нидерланды)
Ж.-Ш. Верне (Бордо, Франция)	В.Е. Синицын (Москва)
С.Л. Грайнс (Нью-Йорк, США)	И.И. Ситкин (Москва)
Б.И. Долгушин (Москва)	В.К. Сухов (Санкт-Петербург)
В.Н. Ильин (Москва)	О.Е. Сухоруков (Москва)
О.Г. Каракулов (Пермь)	Л.С. Уанн (Милуоки, США)
С.Б. Кинг (Атланта, США)	Ж. Фажаде (Тулуза, Франция)
Т.В. Кислухин (Самара)	А.Ф. Хамидуллин (Казань)
Л.С. Коков (Москва)	И.Е. Чернышева (Москва)
А. Коломбо (Милан, Италия)	Б.Е. Шахов (Нижний Новгород)
В.В. Кучеров (Обнинск)	В.Н. Шиповский (Москва)
В.В. Майсков (Москва)	
С. Мета (Майами, США)	

**Ответственный секретарь**

Е.Д. Богатыренко (Москва)

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

ISSN 1727-818X



9 771727 818001

# INTERNATIONAL JOURNAL OF INTERVENTIONAL CARDIOANGIOLOGY

**№ 71-2022**

**“International Journal  
of Interventional  
Cardioangiology”  
peer-reviewed scientific  
and practical journal.  
Founded in 2002**

**Address of the Editions:**

101000, Moscow,  
Sverchkov per., 5  
Phone (+7 495) 624 96 36  
Fax (+7 495) 624 67 33

**Website:** www.ijic.ru

**Translation:**

Translation bureau  
MEDTRAN

Prepared by:

**VIDAR Publishing House**

**Computer makeup:**

Yu. Kushel

**Corrector:**

T. Lukovskaya

Special gratitude to  
George Guiguneishvili,  
doctor and artist,  
for the offered opportunity  
to put the photocopy  
of his painting  
“Interventional  
Cardioangiology”  
on the cover  
of the magazine

**Editor-in-Chief** D.G. Iosseliani

**Deputies Editors-in-Chief**

A.M. Babunashvili (Moscow) – President of RSICA  
S.P. Semitko (Moscow)

**Members of the Editorial Board**

A.V. Azarov (Moscow)	J. Kovac (Leicester, United Kingdom)
D.A. Asadov (Moscow)	A.G. Koledinsky (Moscow)
D.G. Gromov (Moscow)	Yu.V. Suvorova (St. Petersburg)
A.N. DeMaria (San Diego, USA)	N.V. Tsereteli (Moscow)
V.V. Demin (Orenburg)	A. Erglis (Riga, Latvia)
D.V. Kandyba (St. Petersburg)	
I.A. Kovalchuk (Moscow)	

**Editorial Council**

Yu.V. Belov (Moscow)	M.C. Morice (Paris, France)
I.Z. Borukaev (Nalchik)	S.J. Park (Seoul, Republic of Korea)
I.V. Buzaev (Ufa)	S. Saito (Kamakura, Japan)
A. Vahanian (Paris, France)	A.N. Samko (Moscow)
Yu.D. Volynsky (Moscow)	P.W. Serruys (Rotterdam, the Netherlands)
J.Ch. Vernhet (Bordeaux, France)	V.E. Sinitsyn (Moscow)
C.L. Grines (Atlanta, USA)	I.I. Sitkin (Moscow)
B.I. Dolgushin (Moscow)	V.K. Sukhov (St. Petersburg)
V.N. Ilyin (Moscow)	O.E. Sukhorukov (Moscow)
O.G. Karakulov (Perm)	L.S. Wann (Milwaukee, USA)
S.B. King III (Atlanta, USA)	J. Fajadet (Toulouse, France)
T.V. Kislukhin (Samara)	A.F. Khamudullin (Kazan)
L.S. Kokov (Moscow)	I.E. Chernysheva (Moscow)
A. Colombo (Milan, Italy)	B.E. Shakhov (Nizhny Novgorod)
V.V. Kucherov (Obrninsk)	V.N. Shipovsky (Moscow)
V.V. Mayskov (Moscow)	
S. Mehta (Miami, USA)	

**Executive Editor**

E.D. Bogatyrenko

ISSN 1727-818X



9 771727 818001

The Journal is included in the “List of leading peer-reviewed editions, recommended for publication of Candidate’s and Doctor’s degree theses main results” approved by Higher Attestation Commission (VAK) RF.

# Правление Российского научного общества интервенционных кардиоангиологов

## **Председатель**

Бабунашвили А.М., Москва

## **Заместители председателя**

Иоселиани Д.Г., Москва

Шахов Б.Е., Нижний Новгород

## **Члены правления**

Азаров А.В., Москва

Араблинский А.В., Москва

Арустамян С.Р., Москва

Асадов Д.А., Москва

Балацкий О.А., Саратов

Бирюков С.А., Рязань

Бобков Ю.А., Москва

Болотов П.А., Москва

Борукаев И.З., Нальчик

Волков С.В., Москва

Волынский Ю.Д., Москва

Ганюков В.И., Кемерово

Громов Д.Г., Москва

Демин В.В., Оренбург

Долгушин Б.И., Москва

Ерошкин И.А., Одинцово

Жолковский А.В., Ростов-на-Дону

Зырянов И.П., Тюмень

Иванов А.В., Красногорск

Иванов В.А., Красногорск

Иванов П.А., Чита

Каракулов О.Г., Пермь

Кислухин Т.В., Самара

Клестов К.Б., Ижевск

Коваленко И.Б., Белгород

Ковальчук И.А., Москва

Козлов К.Л., Санкт-Петербург

Козлов С.В., Екатеринбург

Коков Л.С., Москва

Колединский А.Г., Москва

Коротков Д.А., Сыктывкар

Куртасов Д.С., Москва

Кучеров В.В., Москва

Лопотовский П.Ю., Красногорск

Мазаев В.П., Москва

Майсков В.В., Москва

Матчин Ю.Г., Москва

Миронков А.Б., Москва

Миронков Б. Л., Москва

Осиев А.Г., Москва

Павлов П.И., Ханты-Мансийск

Петросян К.В., Москва

Плеханов В.Г., Иваново

Поляков К.В., Хабаровск

Пурсанов М.Г., Москва

Самко А.Н., Москва

Семитко С.П., Москва

Ситкин И.И., Москва

Столяров Д.П., Красноярск

Суворова Ю.В., Санкт-Петербург

Сухов В.К., Санкт-Петербург

Сухоруков О.Е., Москва

Таразов П.Г., Санкт-Петербург

Тедеев А.К., Беслан

Хамидуллин А.Ф., Казань

Чеботарь Е.В., Нижний Новгород

Чернышева И.Е., Москва

Честухин В.В., Москва

Шарабрин Е.Г., Нижний Новгород

Шиповский В.Н., Москва

Шукуров Б. М., Волгоград

**101000 Москва, Сверчков пер., 5**

**Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии**

**(секретарь РНОИК Е.Д. Богатыренко)**

**Тел.: +7 (495) 624-96-36, +7 (495) 625 32 16**

**Факс: +7 (495) 624-67-33**

**E-mail : elenita712@gmail.com**

**www.rnoik.ru**

## ПОЧЕТНЫЕ ЧЛЕНЫ Российского научного общества интервенционной кардиоангиологии

ВАХАНЯН Алек	Париж (Франция)
ВОЛЫНСКИЙ Юрий	Москва (РФ)
ГРАЙНС Синди Л.	Детройт (Мичиган, США)
ДЕМАРИЯ Энтони Н.	Сан-Диего (Калифорния, США)
ДОРРОС Джеральд	Феникс (Аризона, США)
ИОСЕЛИАНИ Давид	Москва (РФ)
КАТЦЕН Барри Т.	Майами (Флорида, США)
КИНГ Спенсер Б., III	Атланта (Джорджия, США)
КОЛОМБО Антонио	Милан (Италия)
КОНТИ Ч. Ричард	Гейнсвил (Флорида, США)
ЛЮДВИГ Йозеф	Эрланген (Германия)
МАЙЕР Бернхард	Берн (Швейцария)
МОРИС Мари-Клод	Париж (Франция)
ПРОКУБОВСКИЙ Владимир	Москва (РФ)
РИЕНМЮЛЛЕР Райнер	Грац (Австрия)
СЕРРАЮС Патрик В.	Роттердам (Нидерланды)
СИГВАРТ Ульрих	Женева (Швейцария)
СИМОН Рюдигер	Киль (Германия)
СУХОВ Валентин	Санкт-Петербург (РФ)
ФАЖАДЕ Жан	Тулуза (Франция)
ХОЛМС Дэвид Р.-мл.	Рочестер (Миннесота, США)
ШАХНОВИЧ Александр	Нью-Йорк (Нью-Йорк, США)
ЭРГЛИС Андрейс	Рига (Латвия)

# Board of the Russian Society of Interventional Cardioangiology

## **President**

Babunashvili A.M., Moscow

## **Vice-Presidents**

Iosseliani D.G., Moscow

Shakhov B.E., Nijny Novgorod

## **Members**

Azarov A.V., Москва  
Arablinsky A.V., Moscow  
Arustamian S.P., Moscow  
Asadov D.A., Moscow  
Balatsky O.A., Saratov  
Biriukov S.A., Riazan  
Bobkov Yu.A., Moscow  
Bolotov P.A., Moscow  
Borukaev I.Z., Nalchik  
Volkov S.V., Moscow  
Volynsky Yu.D., Moscow  
Ganiukov V.I., Kemerovo  
Gromov D.G., Moscow  
Demin V.V., Orenburg  
Dolgushin B.I., Moscow  
Eroshkin I.A., Odinstovo  
Zholkovsky A.V., Rostov-on-Don  
Zyrianov I.P., Tiumen  
Ivanov A.V., Krasnogorsk  
Ivanov V.A., Krasnogorsk  
Ivanov P.A., Chita  
Karakulov O.G., Perm  
Kislukhin T.V., Samara  
Klestov K.B., Izhevsk  
Kovalenko I.B., Belgorod  
Kovalchuk I.A., Moscow  
Kozlov K.L., St. Petersburg

Kozlov S.V., Yekaterinburg  
Kokov L.S., Moscow  
Koledinsky A.G., Moscow  
Korotkov D.A., Syktyvkar  
Kurtasov D.S., Moscow  
Kucherov V.V., Moscow  
Lopotovsky P.Yu., Krasnogorsk  
Mazaev V.P., Moscow  
Mayskov V.V., Moscow  
Matchin Yu.G., Moscow  
Mironkov A.B., Moscow  
Mironkov B.L., Moscow  
Osiev A.G., Moscow  
Pavlov P.I., Khanty-Mansisk  
Petrosian K.V., Moscow  
Plekhanov V.G., Ivanovo  
Polyakov K.V., Khabarovsk  
Pursanov M.G., Moscow  
Samko A.N., Moscow  
Semitko S.P., Moscow  
Sitkin I.I., Moscow  
Stolyarov D.P., Krasnoyarsk  
Suvorova Yu.V., St. Petersburg  
Sukhov V.K., St. Petersburg  
Sukhorukov O.E., Moscow  
Tarazov P.G., St. Petersburg  
Tedeev A.K., Beslan  
Khamidullin A.F., Kazan  
Chebotar E.V., Nijny Novgorod  
Chernysheva I.E., Moscow  
Chestukhin V.V., Moscow  
Sharabrin E.G., Nijny Novgorod  
Shipovsky V.N., Moscow  
Shukurov B.M., Volgograd

**Russia, 101000, Moscow, Sverchkov per., 5**  
**Moscow City Center of Interventional Cardioangiology**  
**(Secretary of RSICA E. Bogatyrenko)**  
**Phone: +7 (495) 624 96 36, +7 (495) 625 32 16**  
**Fax+7 (495) 624-67-33**  
**E-mail : elenita712@gmail.com**  
**Website: www.rnoik.ru**

## HONORARY MEMBERS of Russian Society of Interventional Cardioangiology

COLOMBO Antonio	Milan, Italy
CONTI, C. Richard	Gainesville, Florida, USA
DEMARIA Anthony N.	San-Diego, California, USA
DORROS Gerald	Phoenix, Arizona, USA
ERGLIS Andrejs	Riga, Latvia
FAJADET Jean	Toulouse, France
GRINES Cindy L.	Detroit, Michigan, USA
HOLMES David R., Jr.	Rochester, Minnesota, USA
IOSSELIANI David	Moscow, Russian Federation
KATZEN, Barry T.	Miami, USA
KING Spencer B., III	Atlanta, Georgia, USA
LUDWIG Josef	Erlangen, Germany
MEIER Bernhard	Bern, Switzerland
MORICE Marie-Claude	Paris, France
PROKUBOVSKY Vladimir	Moscow, Russian Federation
RIENMULLER Rainer	Graz, Austria
SERRUYS Patrick W.	Rotterdam, Netherlands
SHAKNOVICH Alexander	New York, New York, USA
SIGWART Ulrich	Geneva, Switzerland
SIMON Rudiger	Kiel, Germany
SUKHOV Valentin	St. Petersburg, Russian Federation
VAHANIAN Alec	Paris, France
VOLYNSKY Youry	Moscow, Russian Federation

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ КАРДИОЛОГИЯ

Сравнительная оценка клинического течения и ближайшего прогноза острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента *ST* у больных с сопутствующим COVID-19 и без COVID-19

*И.И. Обручникова, Л.М. Гинзбург, И.Е. Чернышева, Н.В. Церетели, Д.Г. Иоселиани* ..... 9

Диагностическая значимость метода оптической когерентной томографии в оценке результатов стентирования коронарных артерий биодegradируемыми скаффолдами BVS Absorb

*В.В. Фоменко, Д.А. Асадов, Д.Г. Иоселиани* ..... 26

## РАЗНОЕ

Эндоваскулярное и хирургическое лечение осложнений при постановке центральных венозных катетеров

*С.А. Папоян, Д.Г. Громов, А.А. Щеголев, К.С. Асатурян* ..... 44

## ТРИБУНА МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА

Клиническое наблюдение успешного сверхотдаленного (14 лет) результата баллонной ангиопластики огибающей ветви левой коронарной артерии у больного с ишемической болезнью сердца

*И.М. Курочкина* ..... 56

## ЮБИЛЕЙ

80 лет профессору Энтони Н. ДеМария ..... 68

# CONTENTS

---

## INTERVENTIONAL CARDIOLOGY

Comparative assessment of the clinical course and immediate prognosis of acute myocardial infarction (AMI) with segment ST elevation (STEMI) in patients with or without concomitant COVID-19

*I.I. Obruchnikova, L.M. Ginzburg, I.E. Chernysheva, N.V. Tsereteli, D.G. Ioseliani* ..... 9

Diagnostic significance of the optical coherence tomography method in assessing the results of coronary artery stenting with biodegradable scaffolds BVS Absorb

*V.V. Fomenko, D.A. Asadov, D.G. Ioseliani* ..... 26

## MISCELLANEOUS

Endovascular and surgical treatment of complications associated with the placement of central venous catheters

*S.A. Papoyan, D.G. Gromov, A.A. Schegolev, K.S. Asaturyan* ..... 44

## YOUNG SPECIALISTS' PLATFORM

Clinical observation of a successful ultra-long-term (14 years) result of balloon angioplasty of the circumflex branch of the left coronary artery in a patient with coronary artery disease

*I.M. Kurochkina* ..... 56

## ANNIVERSARY

Professor Anthony N. DeMaria 80th anniversary ..... 68

# Сравнительная оценка клинического течения и ближайшего прогноза острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST у больных с сопутствующим COVID-19 и без COVID-19

И.И. Обручникова<sup>2\*</sup>, Л.М. Гинзбург<sup>2</sup>, И.Е. Чернышева<sup>3</sup>,  
Н.В. Церетели<sup>3</sup>, Д.Г. Иоселиани<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Кафедра интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ МО «Домодедовская центральная городская клиническая больница», г. Домодедово, Московская обл., Россия

<sup>3</sup> Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Уже в первую волну новой коронавирусной инфекции стало известно о неблагоприятном влиянии вируса SARS-CoV-2 на сердечно-сосудистую систему. К настоящему времени накоплено много литературных данных о разных механизмах повреждения миокарда при COVID-19, которые в совокупности ведут к возникновению такого грозного осложнения, как инфаркт миокарда. Инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (ИМспST) является неотложным сердечно-сосудистым заболеванием с возможным смертельным исходом, требующим быстрого реперфузионного лечения. Вместе с тем пандемия COVID-19 оказала существенное влияние на оказание помощи пациентам с ИМспST из-за реорганизации систем здравоохранения. Особенно сильно это затронуло пациентов с сочетанием ИМспST и инфекции SARS-CoV-2, которые нуждались в быстрой диагностике и проведении реперфузионного лечения, в условиях изоляции от неинфицированных граждан.

Взаимодействие между этими и другими факторами частично нейтрализовало основные достижения в лечении ИМспST, достигнутые за последние десятилетия, что значительно ухудшило прогноз у этих пациентов. В настоящей статье мы предоставим сравнительную характеристику клинического течения и ближайшего прогноза острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST у пациентов с сопутствующим COVID-19 и без него в период пандемии.

**Цель:** описание демографических, клинических, ангиографических, процедурных характеристик и госпитального прогноза у пациентов с ИМспST с COVID-19 в сравнении с пациентами с ИМспST без COVID-19.

**Методы.** В исследование вошло 180 больных с ST-ОИМ, находившихся на стационарном лечении в Домодедовской центральной городской больнице с января 2021 г. по май 2022 г. Пациенты были разделены на две группы: 80 пациентов с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19 составили 1-ю группу, остальные 100 пациентов с ST-ОИМ, но без COVID-19 составили 2-ю группу.

**Результаты.** Пациенты в группе с сопутствующим COVID-19 чаще имели сопутствующие факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (мужской пол, артериальная гипертония, дислипидемия, сахарный диабет). Пациенты в группе COVID-19 имели более высокую степень тромбоза коронарных артерий и низкий успех процедур в сравнении с контрольной группой. Несмотря на отсутствие задержек от момента поступления до начала чрескожного коронарного вмешательства, госпитальная летальность в группе пациентов с новой коронавирусной инфекцией была выше.

**Заключение.** Специфические особенности у пациентов с COVID-19, включающие повышенную тромбогенность, гипоксемию, связанную с ОРДС (острый респираторный дистресс-синдром), вероятность поражения пациентов с большим количеством сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний, и связанное с этим более тяжелое течение инфаркта миокарда требуют особого внимания и подхода к этим больным. Однако для окончательных выводов и рекомендаций по профилактике и лечению больных с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19 необходимо дальнейшее накопление опыта.

**Ключевые слова:** инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, новая коронавирусная инфекция, COVID-19, SARS-CoV-2, реперфузионная терапия, первичные чрескожные коронарные вмешательства, тромбоз коронарных артерий

# Comparative assessment of the clinical course and immediate prognosis of acute myocardial infarction (AMI) with segment ST elevation (STEMI) in patients with or without concomitant COVID-19

I.I. Obruchnikova<sup>2\*</sup>, L.M. Ginzburg<sup>2</sup>, I.E. Chernysheva<sup>3</sup>, N.V. Tsereteli<sup>3</sup>, D.G. Iosseliani<sup>1, 3</sup>

<sup>1</sup> Department of Interventional Cardioangiology of the Institute of Professional Education of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Russian Ministry of Health (Sechenov University), Moscow, Russia

<sup>2</sup> Municipal Budgetary Healthcare Institution of the Moscow region, Domodedovo Central Municipal Clinical Hospital, Domodedovo, Moscow region, Russia

<sup>3</sup> Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Institute of Professional Education of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Russian Ministry of Health (Sechenov University), Moscow, Russia

Unfavorable consequences of SARS-CoV-2 virus for cardiovascular system became evident already during the first wave of pandemics of the novel coronavirus infection. To date, one can find multiple publications describing various mechanisms of COVID-19-related myocardial damage, leading to the development of such severe complication as myocardial infarction. ST-elevation myocardial infarction (STEMI) is an urgent and eventually fatal cardiovascular condition requiring prompt reperfusion therapy. Meanwhile due to the reorganization of healthcare systems, COVID-19 pandemics had a significant impact on the medical care of patients with STEMI. It was especially evident in STEMI patients with concomitant SARS-CoV-2 infection, who were in need of urgent diagnosis and reperfusion therapy while being isolated from non-infected patients. The interaction between these and several other factors led to partial neutralization of the main advances in the treatment of STEMI achieved during the last decades, which contributed to the worsening of prognosis in such patients. We compare clinical course and early prognosis of STEMI in patients with and without concomitant COVID-19 during pandemics.

**Purposes:** to describe demographic, clinical, angiographic and procedural characteristics and hospital prognosis in STEMI patients with COVID-19 in comparison with STEMI patients not affected by COVID-19.

**Methods.** The study comprised 180 patients with STEMI who underwent in-hospital treatment in Domodedovo central city hospital from January 2021 through May 2022. The patients were assigned to two groups: 80 patients with STEMI and COVID-19 (Group 1) and the remaining 100 patients with STEMI but without COVID-19 (Group 2).

**Results.** The associated risk factors for cardiovascular diseases (male sex, arterial hypertension, dyslipidemia, diabetes mellitus) were more common in patients with associated COVID-19. The patients with COVID-19 had higher degree of coronary arterial thrombosis and lower procedural success in comparison with the control group. Despite the absence in delay in door-to-balloon time, hospital mortality in the group of patients with new coronavirus infection was higher.

**Conclusions.** Specific features of patients with COVID-19, including increased thrombogenicity, acute respiratory distress-syndrome (ARDS)-related hypoxemia, the probability of infarction in patients with multiple associated cardiovascular diseases and the resulting more severe course of myocardial infarction require special attention and approach to these patients. However, in order to make definitive conclusions and to provide the guidelines for the prevention and the treatment of patients with STEMI and concomitant COVID-19, it is necessary to accumulate additional experience.

**Keywords:** ST-elevation myocardial infarction (STEMI), new coronavirus infection, COVID-19, SARS-CoV-2, reperfusion therapy, primary percutaneous coronary interventions, coronary arterial thrombosis

С конца января 2020 г., когда была объявлена пандемия COVID-19, примерно 200 млн человек заразилось этим заболеванием, из которых более 4 млн умерло (1). К настоящему времени накоплен обширный материал о взаимосвязи сердечно-сосудистых заболеваний и COVID-19, в том числе и о влиянии вируса на возникновение и течение острого инфаркта миокарда (ОИМ). Создано большое число регистров острых коронарных синдромов у пациентов с COVID-19 (2). На основании данных этих регистров сегодня можно считать доказанным, что вирус SARS-CoV-2 способствует возникновению острого коронарного синдрома и ОИМ. Известно, что примерно от 20 до 36% пациентов с инфекцией COVID-19 страдают тяжелым повреждением миокарда с повышенными показателями сердечных тропонинов в крови (3). По результатам проведенных исследований авторы склонились к выводу, что пациенты с COVID-19 и ОИМ с подъемом сегмента *ST* (*ST*-ОИМ) представляют группу высокого риска с уникальными демографическими и клиническими характеристиками. Эти пациенты чаще имели как сопутствующие заболевания сахарный диабет и артериальную гипертензию (4).

Одним из патогенетических факторов развития ОИМ при COVID-19 может быть наблюдающаяся при этом заболевании гиперкоагуляция, которая может вызвать тромбоз коронарных артерий и, как следствие, ОИМ (5). Сегодня можно считать доказанным, что пациенты с сочетанием ОИМ с подъемом сегмента *ST* и COVID-19 имеют более высокую степень тромбоза в коронарных артериях (58% против 39%,  $p = 0,003$ ), чем больные с ОИМ, не страдающие COVID-19. Это требует у данной категории больных частого использования метода тромбаспирации и препаратов, ингибирующих гликопротеин IIb/IIIa (14% против 7%,  $p = 0,048$ ; 34% против 21%,  $p = 0,015$  соответственно) (6). Помимо этого, COVID-19, как любое воспалительное заболевание, может провоцировать дестабилизацию структуры атеросклеротической бляшки и тем самым запускать процесс повышенного тромбообразования. Следует учитывать и то, что при COVID-19 имеет место тяжелая интоксикация и гипоксия всего организма из-за невозможности нормального газообмена в легких, что в свою очередь может вызывать значительный дисбаланс между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой к мышце

сердца. Это в конечном итоге также может приводить к ОИМ 2-го типа. Таким образом, у больных COVID-19 имеется высокий риск развития ОИМ с присущими этому заболеванию грозными последствиями. В связи с этим следует отметить, что если при COVID-19 происходит повреждение миокарда, то значительно возрастает риск смерти (7). Это можно считать логичным, так как прекрасно известно, что ОИМ сам по себе является одним из самых грозных осложнений ишемической болезни сердца (ИБС) с высокими показателями летальности и инвалидизации. А при сочетании с таким же серьезным заболеванием, как COVID-19, прогноз может быть еще хуже. Следовательно, для успешной борьбы с комбинацией двух прогностически сложных заболеваний крайне необходимо тщательное изучение как патогенетических, так и клинических особенностей этих пациентов.

К настоящему времени выполнен ряд исследований по изучению состояния коронарного русла у пациентов с сочетанием *ST*-ОИМ и COVID-19. По данным метаанализа пяти этих исследований, в которых суммарно были изучены данные 2266 пациентов, не было выявлено статистически значимых различий по тяжести и частоте стенозирующе-окклюзирующих поражений отдельных коронарных артерий между пациентами с *ST*-ОИМ в сочетании с SARS-CoV-2, с одной стороны, и больными с *ST*-ОИМ, но без SARS-CoV-2, с другой стороны (8). Однако, как отмечалось ранее, у пациентов с сочетанием двух названных выше заболеваний отмечалась значительно более высокая частота тромбоза коронарных артерий (58% против 39%,  $p = 0,003$ ), что требовало более частого использования метода тромбаспирации и использования ингибиторов гликопротеина IIb/IIIa в этой группе больных (14% против 7%,  $p = 0,048$ ; 34% против 21%,  $p = 0,015$  соответственно). Авторы также отмечали, что у пациентов с сочетанием *ST*-ОИМ и COVID-19 чаще наблюдали тромбоз стентов коронарных артерий (6% против 1%,  $p = 0,002$ ). Следует особо отметить и тот факт, что изученные группы больных достоверно не различались ни по времени, прошедшему между началом ангинозного приступа и эндоваскулярной процедурой восстановления кровотока в инфаркт-ответственной артерии, ни по результатам этих процедур (по классифи-

кации TIMI). Между тем в группе пациентов с сочетанной патологией фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) была достоверно ниже, чем в группе больных, имевших только ST-ОИМ. Эти же исследования показали более высокую госпитальную летальность среди пациентов с ST-ОИМ и сопутствующим COVID-19, чем у пациентов с ОИМ, но без COVID-19 (22,1% против 5,8%).

Однако следует отметить, что исследований в этом направлении мало и необходимо накапливать дальнейший опыт, в особенности при разных вариантах медикаментозного и эндоваскулярного лечения.

В связи с этим нами было проведено исследование, целью которого явилась сравнительная оценка данных клинического течения и ближайшего прогноза ST-ОИМ у больных с сопутствующим COVID-19 и без этого заболевания.

### **Клиническая характеристика больных и методы исследования и лечения**

В период пандемии новой коронавирусной инфекции в Домодедовской центральной городской больнице (ДЦГБ) было организовано профильное отделение для оказания неотложной помощи пациентам с острым нарушением кровоснабжения сердца (острый коронарный синдром) и головного мозга (ОНМК), у которых имелись подозрения или был подтвержден COVID-19.

Для диагностических и лечебных эндоваскулярных процедур у больных COVID-19 в больнице была выделена одна из рентгенооперационных, где круглосуточно (7 дней в неделю) выполнялись диагностические и лечебные процедуры. Одновременно в больнице в аналогичном режиме функционировала другая рентгенооперационная, которая обслуживала пациентов, не инфицированных вирусом SARS-COVID-2. Следовательно, потоки “инфицированных” и “не инфицированных” пациентов были изолированы друг от друга.

В исследование вошло 180 больных с ST-ОИМ, находившихся на стационарном лечении в Домодедовской центральной городской больнице с января 2021 г. по май 2022 г. ОИМ диагностировали на основании наличия типичных ангинозных болей, характерных для ОИМ изменений на ЭКГ (элевация сегмента ST  $\geq 1$  мм в двух и более смежных отведениях от конечностей и/или  $\geq 2$  мм в грудных отведениях, или появления ранее

не диагностированной блокады левой ножки пучка Гиса), повышения уровня маркеров некроза миокарда (тропонина). COVID-19 был подтвержден с помощью полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией. 80 пациентов с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19 составили 1-ю группу, остальные 100 пациентов с ST-ОИМ, но без COVID-19 составили 2-ю группу.

Всем пациентам выполняли все необходимые клинические исследования, стандартные лабораторные исследования (общий и биохимический анализы крови) и ультразвуковое исследование сердца и сосудов. Пациентам 1-й группы дополнительно выполняли исследование крови на С-реактивный белок (СРБ) и D-димер, а также компьютерную томографию (КТ) органов грудной клетки без контраста. Степень поражения легких оценивали с помощью шкалы визуальной оценки легких Центра диагностики и телемедицины США, созданной на время пандемии новой коронавирусной инфекции (9). Клинико-anamнестические и лабораторные данные представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, в обеих группах преобладали представители мужского пола. По таким показателям, как возраст, характер ангинозного приступа, ФВ ЛЖ, ЭКГ, группы существенно не различались. Между тем у пациентов 1-й группы несколько чаще наблюдали сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания и процедуры реваскуляризации в анамнезе (АКШ и ЧКВ).

Следует особо отметить, что пациенты 1-й группы при поступлении в стационар чаще имели отек легких и кардиогенный шок (21,25% против 15%), а при выписке по данным ЭхоКГ имели ФВ ЛЖ ниже, чем в контрольной группе (46,5% против 48,03%).

При поступлении в стационар всем пациентам, согласно рекомендациям по лечению ST-ОИМ, urgently выполняли селективную коронарографию и при показаниях чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ).

Рентгенэндоваскулярную диагностику и лечение проводили на аппарате SIEMENS ARTIS ZEE и PHILIPS ALLURA. Данные селективной коронарографии и эндоваскулярных вмешательств анализировали два специалиста по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения. Тяжесть поражения коронарного русла оценивали по шкале SYNTAX Score; скорость кровотока по инфарктсвязанной артерии (ИСА) оценивали по шкале TIMI (Thrombolysis in Myocardial

**Таблица 1.** Клинико-анамнестические и лабораторные данные изученных групп больных

Показатель	1-я группа ST-ОИМ + COVID n = 80	2-я группа ST-ОИМ 100/100% n = 100
Возраст, годы	64,72+ (32–93 года)	61,05+ (36–89 лет)
Мужской пол	56 (70%)	77 (77%)
ФВ ЛЖ, %	46,5	48,03
Артериальная гипертензия	67 (83,75%)	86 (86%)
Сахарный диабет	29 (36,25%)	18 (18%)
Гиперхолестеринемия (ОХС >4,0 ммоль/л)	42 (65%)	86 (86%)
Сердечно-сосудистые заболевания в анамнезе (ИБС)	25 (31,25%)	18 (18%)
ЧКВ в анамнезе	13 (16,25%)	6 (6%)
АКШ в анамнезе	1 (1,25%)	0
Элевация сегмента ST при поступлении	79 (99%)	99 (99%)
Типичная ангинозная боль при поступлении	76 (95%)	100 (100%)
Повышение тропонина	100 (100%)	100%
ОССН (KILIP 1–2)	85 (85%)	63 (78,75%)
ОССН (KILIP 3–4)	15 (15%)	17 (21,25%)

Infarction), а степень тромбоза в коронарных артериях – с использованием шкалы TIMI thrombus grade (TTG). Гемодинамически значимым считалось сужение просвета коронарной артерии более 75%. Под многососудистым поражением понималось наличие стенозов двух и более основных эпикардальных артерий и/или их крупных ветвей (диаметром  $\geq 2,5$  мм). Успешным результатом ЧКВ считали кровоток по артериям TIMI 3 с остаточным стенозом <20%.

Перед началом ЧКВ все пациенты получали нагрузочную дозу ацетилсалициловой кислоты и клопидогреля/тикагрелора, а также нефракционированный гепарин до 4000 МЕ на этапе скорой медицинской помощи.

Во время процедуры реваскуляризации для профилактики тромбообразования в катетерах внутриартериально вводился нефракционированный гепарин из расчета 100 МЕ на 1 кг массы тела. После ЧКВ всем пациентам сроком на один год назначали аспирин, клопидогрел/тикагрелор (в течение 12 мес), бета-адреноблокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента и статины. Пациенты 1-й группы с целью лечения коронавирусной инфекции получали противовирусные препараты (фавипиравир), глюкокортикостероиды (дексаметазон, преднизолон), антикоагулянты (низкомолекулярный гепарин, фондапаринукс натрия), антибактериальные лечебные средства (цефалоспорины III поколения,

макролиды, фторхинолоны), а также инфузионную терапию.

Первичными конечными точками исследования были такие кардиоваскулярные события (MACE), как летальность (кардиальная и некардиальная), повторный инфаркт миокарда и повторное вмешательство на целевых и нецелевых артериях, тромбоз стента в период стационарного лечения.

## Результаты

Выполненная у пациентов 1-й группы КТ легких в большинстве случаев (85,7%) выявляла те или иные признаки воспаления легких. При этом поражение КТ1 было у 23 (28,75%), КТ2 – у 20 (25%), КТ3 – у 13 (16,25%) и КТ4 у 13 (16,25%) пациентов (табл. 2).

Повреждение миокарда ЛЖ в изученных группах больных располагалось следующим

**Таблица 2.** Тяжесть поражения легких по данным КТ легких в группе больных (шкала визуальной оценки легких Центра диагностики и телемедицины США) у изученных больных

Тяжесть поражения по данным КТ	Количество больных (n = 80)
КТ0	11 (13,75%)
КТ1	23 (28,75%)
КТ2	20 (25%)
КТ3	13 (16,25%)
КТ4	13 (16,25%)

**Таблица 3.** Локализация ST-ОИМ левого желудочка в изученных группах

Локализация инфаркта миокарда (STEMI) левого желудочка (по данным ЭКГ)	Количество больных	
	1-я группа n = 80 (100%)	2-я группа n = 100 (100%)
Передняя стенка	26 (32,5%)	35 (35%)
Переднебоковая стенка	7 (8,75%)	2 (2%)
Боковая стенка	3 (3,75%)	3 (3%)
Задняя стенка	41 (51,25%)	57(57%)
Заднебоковая стенка	2 (2,5%)	0
Циркулярное поражение	1 (1,25%)	3 (3%)

образом (табл. 3): ST-ОИМ задней стенки ЛЖ был диагностирован у 41 (51,25%) пациента 1-й группы и 57 (57%) пациентов 2-й группы; у 26 (32,5%) и у 35 (35%) пациентов соответственно повреждение миокарда располагалось на передней стенке ЛЖ; еще у 7 (8,75%) и 2 (2%) пациентов повреждение миокарда было расположено на переднебоковой стенке ЛЖ; повреждение миокарда боковой стенки ЛЖ наблюдали у 3 (3,75%) больных 1-й группы и 3 (3%) пациентов 2-й группы; у 2 (2,5%) пациентов 1-й группы было заднебоковое поражение ЛЖ; и у 1 (1,25) больного 1-й группы и 3 больных (3%) 2-й наблюдали циркулярное поражение ЛЖ. Таким

образом, как следует из табл. 3, по локализации ST-ОИМ не было значимой разницы между изученными группами больных.

В табл. 4 представлены данные селективной коронароангиографии в изученных группах больных.

Как видно из табл. 4, пациенты с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19 (1-я группа) чаще имели многососудистое поражение (65% против 60%), чем пациенты 2-й группы. Группы значимо не различались между собой по частоте вовлечения отдельных коронарных артерий в ОИМ, однако следует отметить, что в 1-й группе в 4 (5%) случаях наблюдали острый тромбоз более одной коронарной артерии. Полную окклюзию ИОА несколько реже наблюдали в 1-й группе (42,5% против 56%). В то же время, в 1-й группе чаще наблюдали флотирующие тромбы (TTG 3–4) без полной окклюзии просвета артерии (22,5% против 2%). Также чаще в 1-й группе наблюдали тромбоз стентов (5% против 1%). Следует отметить, что в 1-й группе в 3 случаях острый тромбоз наблюдали в стентах, установленных уже в ДЦГБ в острой фазе ST-ОИМ. В двух из них реканализация так и не была достигнута даже на фоне инфузии ингибиторов гликопротеина IIb/IIIa. Также в 1-й группе чаще применяли методику тромбаспирации из

**Таблица 4.** Данные селективной коронароангиографии в изученных группах больных

Показатель	Количество больных	
	1-я группа n = 80 (100%)	2-я группа n = 100 (100%)
Однососудистое поражение	24 (30%)	38 (38%)
Многососудистое поражение	52 (65%)	60 (60%)
Инфаркт-ответственная артерия (ИОА):		
ПМЖВ ЛКА	28 (35%)	37 (37%)
ПКА	35 (43,75%)	46 (45%)
ОВ ЛКА	5 (6,25%)	12 (12%)
ДВ ЛКА	1 (1,25%)	1 (1%)
ВТК ЛКА	3 (3,75%)	2 (2%)
Полная окклюзия ИОА	34 (42,5%)	56 (56%)
Гемодинамический значимый стеноз ИОА	24 (30%)	40 (40%)
Флотирующие тромбы в ИОА	18 (22,5%)	2 (2%)
Тромбоз ранее установленного стента	8 (5%)	1 (1%)
Всего выполнено эндоваскулярных лечебных процедур	74 (95,6%)	98 (98%)
Восстановлен кровоток TIMI 3	68 (85%)	96 (96%)
Тромбаспирация из ИОА	14 (17,5%)	4 (4%)
Применение ингибиторов гликопротеина IIb/IIIa	20 (25%)	13 (13%)
Тромболитическая терапия на догоспитальном этапе	8 (10%)	7 (7%)

**Таблица 5.** Сравнительная оценка степени тромбоза у изученных пациентов

TIMI thrombus grade (TTG)	Количество больных	
	1-я группа n = 80 (100%)	2-я группа n = 100 (100%)
Среднее значение	3,2	2,8
TTG 0	25 (31,25%)	40 (40%)
TTG 1	4 (5%)	2 (2%)
TTG 2	2 (2,5%)	0
TTG 3	5 (6,25%)	2 (2%)
TTG 4	14 (17,5%)	0
TTG 5	34 (42,5%)	56 (56%)

**Таблица 6.** Сравнительная оценка тяжести поражения коронарного русла по шкале SYNTAX Score у изученных пациентов

SYNTAX Score, баллы	Количество больных	
	1-я группа n = 80 (100%)	2-я группа n = 100 (100%)
Среднее значение	17,6	14,2
SYNTAX < 22	54 (67,5%)	85 (85%)
SYNTAX 23–32	17 (21,25%)	8 (8%)
SYNTAX > 33	9 (11,25%)	7 (7%)

**Таблица 7.** Результаты эндоваскулярных процедур и госпитальная летальность у изученных больных

	Количество больных	
	1-я группа n = 80 (100%)	2-я группа n = 100 (100%)
Восстановлен кровоток TIMI 3	68 (85%)	96 (96%)
Неудачные попытки реканализации	6 (7,5%)	2 (2%)
Госпитальная летальность	17 (21,25%)	2 (2%)

ИОА (17,5% против 4%) и использовали ингибиторы гликопротеина IIb/IIIa (25% против 13%). Особо следует отметить и тот факт, что в 1-й группе было больше неудачных попыток реканализации ИОА (7,5% против 2%).

Учитывая, что при COVID-19 часто наблюдается такое осложнение, как гиперкоагуляционный синдром с тромбозами и тромбоэмболиями в артериальной и венозной системах, дополнительно оценивали степень тромбоза в коронарных артериях с исполь-

зованием шкалы TIMI thrombus grade (TTG) (10). Как видно из табл. 5, пациенты с COVID-19 имели большую частоту тромбоза коронарных артерий (3,2 против 2,8).

Также проводили сравнительную оценку тяжести поражения коронарного русла с использованием шкалы SYNTAX Score в обеих группах. Шкала SYNTAX Score является независимым предиктором неблагоприятных кардиальных событий у пациентов, подвергающихся ЧКВ, и является дополнительным фактором риска неблагоприятных исходов на госпитальном этапе у больных с сочетанием ОИМ и COVID-19. Как видно из табл. 6, количество больных с тяжелым поражением коронарного русла по шкале SYNTAX Score было выше в 1-й группе пациентов (17,6 против 14,2).

Оценка результатов эндоваскулярных процедур и их влияние на госпитальный прогноз у изученных больных представлена в табл. 7. Как видно из данных табл. 7, в 1-й группе было меньше успешных процедур восстановления кровотока в ИОА (85% против 96%) и соответственно больше неудачных попыток реканализации (7,5% против 2%). Что крайне важно, госпитальная летальность в 1-й группе также была значительно выше, чем во 2-й группе (21,25% против 2%).

## Обсуждение

Несколько работ были посвящены клинико-ангиографическим особенностям у этих пациентов (11–13). Из-за страха заразиться в стационаре COVID-19 они поздно обращались за медицинской помощью, часто поступали в тяжелом состоянии с кардиогенным шоком, с длительным временем общей ишемии. Их реже направляли на коронарографию и выполняли ЧКВ. В совокупности это приводило к неблагоприятным исходам и высокой госпитальной летальности.

Проведенное нами исследование, включающее 80 пациентов с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19 и 100 пациентов только с ST-ОИМ, которые служили контрольной группой, в целом находится в согласии с имеющимися уже исследованиями по клинико-демографическим и ангиографическим данным у пациентов с сочетанием COVID-19 и ST-ОИМ. Также следует отметить, что эта группа пациентов в целом существенно не отличалась по клинико-демографическим показателям от больных, имеющих только ST-ОИМ. Однако, по нашим наблюдениям, среди пациентов с сочетанной патологией

(сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания и процедуры реваскуляризации в анамнезе (АКШ и ЧКВ)) наблюдали чаще. Эти сопутствующие состояния сами по себе являются факторами риска коронарной болезни и более тяжелого течения основного заболевания. С другой стороны, COVID-19 может усугублять течение коронарной болезни сердца, вызывая разрушение и расщепление бляшек с атеротромбозом, вазомоторную и микроваскулярную дисфункцию, а также вследствие тяжелой интоксикации, тахикардии и гипоксии вызывать дисбаланс между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой. Еще примечательно то, что из 80 пациентов у 57 (71%) ОИМ развился во время амбулаторного или стационарного лечения COVID-19 или сразу после выписки. Это служит косвенным доказательством того, что COVID-19 может провоцировать начало ST-ОИМ в силу, как мы уже отмечали, гиперкоагуляции, воспаления и интоксикации.

Подобно другим инфекциям, COVID-19 может вызывать инфаркт миокарда с помощью различных механизмов, таких как разрыв бляшки, коронарный спазм или микротромбы (14). О повышенном тромбообразовании при COVID-19 может свидетельствовать и то, что из 80 пациентов 1-й группы у 34 (42,5%) была тотальная окклюзия и у 18 (22,5%) признаки массивного тромбоза (TTG >3–4), значительно обтурирующего просвет артерии. В то же время во 2-й группе всего у 2 (2%) пациентов имелся флотирующий тромб в просвете ИОА. В настоящее время считается доказанным, что вирус SARS-CoV-2 вызывает протромботическое состояние в результате иммунного гипервоспаления, эндотелиальной дисфункции и нарушений гемостаза. При этом наблюдается высокая частота как венозных, так и артериальных тромбозов (15). Прямое вирусное повреждение эндотелия также может спровоцировать образование тромба и впоследствии ОИМ. Такое протромботическое состояние ангиографически выражается в высокой частоте тромбоза коронарных артерий (TTG >3–4) и стентов. Не исключено даже вовлечение нескольких коронарных сосудов. В нашем исследовании у 3 пациентов мы наблюдали тромбоз сразу двух артерий: у 2 имела место полная окклюзия двух коронарных артерий и еще у 1 – окклюзия одной коронарной артерии сочеталась с признаками неокклюзирующего тромбоза в другой коронарной артерии.

У 8 пациентов произошел тромбоз стентов, у 2 из них развился тромбоз после выполненной в ДЦГБ реваскуляризации ИОА и в конечном итоге выполнить реканализацию не удалось, несмотря на применяемые устройства для тромбаспирации и инфузию ингибиторов гликопротеина IIb/III. Следует отметить, что полученные нами данные хорошо согласуются с результатом исследований F.A. Choudry и соавт., которые сообщали о высокой частоте коронарного тромбоза (4–5-я степень, 84%), многососудистого тромбоза (17,9%) и тромбоза стента (10%) у 39 пациентов с ST-ОИМ и COVID-19 (16).

Следует также отметить, что у 4 (5%) пациентов 1-й группы и у 2 (2%) пациентов 2-й группы отсутствовали гемодинамически значимые изменения коронарного русла, в том числе и ИОА. Предполагать, что отсутствие стенозирующе-окклюзирующего поражения ИОА являлось результатом догоспитального тромболизиса, не приходится, так как ни у одного из них не выполняли эту процедуру. Между тем у них у всех имелись элевация сегмента ST на ЭКГ, повышение уровня тропонина и признаки гипо-акинеза при эхокардиографии (ЭхоКГ), т.е. были все признаки ОИМ. В этих случаях можно предполагать о произошедшем спонтанном тромболизисе или длительном спазме коронарных артерий. Вопрос об ОИМ при незначительно измененных коронарных артериях обсуждается давно. Аналогичные наблюдения изучают исследователи и при сочетании ST-ОИМ и COVID-19. По данным разных авторов, отсутствие поражения в коронарном русле у пациентов с ST и COVID-19 встречается с различной частотой. Наибольшее число таких случаев отмечено в исследовании G.G. Stefanini и соавт., включавшем 28 пациентов с COVID-19 и ST-ОИМ (17). Авторы высказывают мнение, что повышение биомаркеров некроза миокарда (тропонина), характерные изменения на ЭКГ и ЭхоКГ указывают на ишемию миокарда или его некроз, но не обязательно могут быть связаны с выраженным нарушением кровотока в коронарных артериях. Повышение сердечных тропонинов, наблюдаемое часто у пациентов с COVID-19, может быть результатом не инфарктного повреждения мышцы сердца, а обусловленным миокардитом, легочной эмболией или синдромом Такоцубо. Вообще следует отметить, что повреждение миокарда чаще наблюдается у пациентов

с COVID-19, находящихся в критическом состоянии, с сопутствующими заболеваниями в анамнезе. Повреждение миокарда при COVID-19 сопровождается высокой смертностью. Наше исследование также подтверждает это предположение. В 1-й группе, т.е. в группе пациентов с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19, смертность была достаточно высокой – 17 (21,25%) человек и существенно выше, чем во 2-й группе, т.е. среди больных с ST-ОИМ, но без COVID-19 (2%). На высокую частоту неблагоприятных событий, даже несмотря на успешное выполнение ЧКВ без значительных временных задержек, указывают все авторы. К примеру, по данным регистра NACMI внутрибольничная смертность в 2020 г. составила 33%, а в 2021 г. – 23% (18). По данным J.M. Montero-Cabezas и соавт., летальность составила 21%; F.A. Choudry и соавт. – 17,9%; G.G. Stefanini и соавт. – 39,3% (19). При анализе причин смертности исследователи отмечают, что наряду с такими сердечными причинами, как гемодинамические осложнения (остановка сердца и сердечная недостаточность), субоптимальные результаты эндоваскулярной реперфузии (феномен no-reflow), высокая летальность может быть обусловлена такими вне-сердечными причинами, как дыхательная недостаточность. В нашем исследовании у сочетанных больных также были отмечены большее число неудачных попыток реканализации и худший результат эндоваскулярных процедур, чем в контрольной группе (7,5% против 2%). Мы связываем это с более тяжелым поражением коронарного русла и большей степенью тромбоза коронарных артерий у этих больных.

### Заключение

Специфические особенности у пациентов с COVID-19, включающие повышенную тромбогенность, гипоксемию, связанную с острым респираторным дистресс-синдро-

мом, вероятность поражения пациентов с большим количеством сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний и связанное с этим более тяжелое течение инфаркта миокарда, требуют особого внимания и подхода к этим больным.

Проведенное нами исследование позволило сделать следующие предварительные выводы:

1) ST-ОИМ в сочетании с COVID-19 чаще наблюдается у мужчин, в особенности с такими факторами риска, как артериальная гипертония, дислипидемия и сахарный диабет;

2) несмотря на то что при оказании медицинской помощи больным с сочетанной патологией на госпитальном этапе отсутствовала задержка во времени “дверь–баллон” и все остальные лечебные мероприятия проводились своевременно и на должном уровне, госпитальная летальность в этой группе пациентов была значительно выше, чем у пациентов, страдающих ОИМ, но без COVID-19;

3) ST-ОИМ часто развивался у пациентов, находившихся на стационарном лечении по поводу COVID-19, что наводит на мысль о том, что ST-ОИМ в этих случаях возник как осложнение COVID-19;

4) наконец, в коронарных артериях больных с сочетанной патологией была обнаружена высокая частота и степень тромбоза, требовавшая частого применения тромбаспирации и блокаторов гликопротеиновых рецепторов IIb/IIIa. Это согласуется с данными о высоком протромботическом статусе при COVID-19 и может послужить поводом для назначения более агрессивной антитромботической и антикоагулянтной терапии.

Однако для окончательных выводов и рекомендаций по профилактике и лечению больных с сочетанием ST-ОИМ и COVID-19 необходимо дальнейшее накопление опыта.

Since the end of January 2020, when a pandemic of COVID-19 was declared, approximately 200 million people have been contracted this disease, and more than 4 million of them have died (1). To date, a large amount of evidences has been accumulated on the relationship between cardiovascular diseases and COVID-19, including the effect of the virus on the occurrence and course of acute myocardial infarction (AMI). A large number of registries of acute coronary syndromes in patients with COVID-19 have been created (2). Based on the data from these registries now it can be considered proven that SARS-CoV-2 virus contributes to the occurrence of acute coronary syndrome and AMI. It is known, that approximately 20% to 36% of patients with COVID-19 infection have severe myocardial damage with increased blood levels of cardiac troponins (3). Based on the results of performed studies, the authors concluded that patients with COVID-19 and ST-elevation AMI (STEMI) represent a high-risk group with unique demographic and clinical characteristics. These patients more frequently had diabetes mellitus and arterial hypertension as concomitant diseases (4).

One of the pathogenetic factors of the developing AMI in COVID-19 may be hypercoagulation observed in this disease, which can cause thrombosis of coronary arteries and, as a result, AMI (5). Today, it can be considered proven that patients with ST-elevation AMI and concomitant COVID-19 have a higher degree of thrombosis in the coronary arteries (58% vs. 39%,  $p = 0.003$ ) than patients with AMI without COVID-19. This category of patients requires frequent thrombus aspiration and use of glycoprotein IIa/IIIb inhibitors (14% vs. 7%,  $p = 0.048$ ; 34% vs. 21%,  $p = 0.015$ , respectively) (6). Besides that, COVID-19, like any inflammatory disease, can provoke destabilization of the atherosclerotic plaque structure and, thus, trigger the process of increased thrombi formation. It should also be taken into account, that COVID-19 is accompanied by severe intoxication and whole-body hypoxia as the normal gas exchange in the lungs is impossible, which in turn may cause a significant imbalance between myocardial demand of oxygen and its supply to heart muscle. It finally can also lead to type 2 AMI. Thus, patients with COVID-19 have a high risk of developing AMI with severe consequences attributed to this disease. In this

regard, it should be noted, that if COVID-19 leads to myocardial damage, the risk of death increases significantly (7). This can be considered logical, since it is well known that AMI as such is one of the most formidable complications of coronary heart disease (CHD) with high rates of mortality and disability. And in combination with an illness as serious as COVID-19, the prognosis could be even worse. Therefore, for the successful treatment of a combination of two prognostically difficult diseases, a thorough study of both pathogenetic and clinical features of these patients is essential.

To date, a number of studies have been performed to evaluate condition of coronary arteries in patients with a combination of STEMI and COVID-19. A meta-analysis of five of these studies, which included data of 2266 patients in total, showed no statistically significant differences in the severity and frequency of stenosing-occlusive lesions of individual coronary arteries between patients with STEMI in combination with SARS-CoV-2, on the one hand, and patients with STEMI but without SARS-CoV-2, on the other hand (8). However, as noted above, patients with combination of these diseases had significantly higher incidence of coronary arteries thrombosis (58% vs. 39%,  $p = 0.003$ ), which required more frequent thrombus aspiration and use of glycoprotein IIa/IIIb inhibitors in this group of patients (14% vs. 7%,  $p = 0.048$ ; 34% vs. 21%,  $p = 0.015$ , respectively). The authors also noted, that in patients with combination of STEMI and COVID-19, thrombosis of coronary stents was more common (6% vs. 1%,  $p = 0.002$ ). It should be particularly noted, that there were no significant differences between studied groups of patients in relation to time elapsed from the onset of an angina attack and to the endovascular procedure for restoring blood flow in the infarct-related artery (IRA), or the results of these procedures (according to the TIMI classification). Meanwhile, in the group of patients with comorbidities, the left ventricular ejection fraction (LVEF) was significantly lower than in the group of patients with STEMI only. The same studies showed higher in-hospital mortality among patients with STEMI and concomitant COVID-19 compared to patients with AMI but without COVID-19 (22.1% vs. 5.8%).

However, it should be noted that researches in this area are scarce and further experience

needs to be accumulated. This is especially true for various options of medication therapy and endovascular treatment.

In this regard, we conducted a study to compare data of the clinical course and immediate prognosis of ST-segment elevation acute myocardial infarction (STEMI) in patients with concomitant COVID-19 and without this disease.

### Clinical characteristic of patients, methods of investigation and treatment

During the pandemic of a novel coronavirus infection, a specialized department was organized at the Domodedovo Central Municipal Hospital to provide emergency care to patients with acute circulatory heart (acute coronary syndrome) or brain (CVA) disorders with suspected or confirmed COVID-19.

For diagnostic and therapeutic endovascular procedures in patients with COVID-19, one of the X-ray operating rooms was allocated in the hospital, where diagnostic and therapeutic procedures were performed on 24 × 7 basis. At the same time, another X-ray operating room functioned in a similar regimen in the hospital, where patients not infected with the SARS-COVID-2 virus were treated. Thus, “infected” and “non-infected” patient flows were isolated from each other.

The study included 180 patients with STEMI, hospitalized at the Domodedovo Central Municipal Hospital from January 2021 to May

2022. Diagnosis of AMI was based on the presence of typical angina pain; ECG changes typical for AMI (ST-segment elevation  $\geq 1$  mm in two or more consecutive extremity leads and/or  $\geq 2$  mm in thoracic leads, or the appearance of a previously undiagnosed left bundle branch block); increased levels of myocardial necrosis markers (troponin). COVID-19 was confirmed by reverse transcription polymerase chain reaction. The first group included 80 patients with a combination of STEMI and COVID-19, the remaining 100 patients with STEMI, but without COVID-19, were included into the 2nd group.

All patients underwent all the necessary clinical examinations, standard laboratory tests (complete blood count and biochemistry), and ultrasound examination of heart and blood vessels. The patients of the first group additionally underwent a blood test for C-reactive protein (CRP) and D-dimer, as well as chest computed tomography without contrasting. Severity of the lung damage was evaluated using the Scale of visual lung assessment of the US Center for diagnostics and telemedicine, created during the novel coronavirus infection pandemic (9). Clinical, laboratory, and historical data are presented in Table 1.

As apparent from Table 1, male patients prevailed in both groups. The groups did not differ significantly in such parameters as age, nature of angina attack, LVEF, ECG. Meanwhile, in patients of the first group, a history of diabetes

**Table 1.** Clinical, laboratory, and historical data of the studied groups of patients

Parameters	Group 1 STEMI + COVID n = 80	Group 2 STEMI 100/100% n = 100
Age, years	64.72+ (32-93 years)	61.05+ (36-89 years)
Males	56 (70%)	77 (77%)
LV ejection fraction (%)	46.5	48.03
Arterial hypertension	67 (83.75%)	86 (86%)
Diabetes mellitus	29 (36.25%)	18 (18%)
Hypercholesterolemia (TC > 4.0 mmol/L)	42 (65%)	86 (86%)
History of cardiovascular diseases (CHD)	25 (31.25%)	18 (18%)
Previous PCI	13 (16.25%)	6 (6%)
Previous CABG	1 (1.25%)	0
ST-segment elevation at admission	79 (99%)	99 (99%)
Typical angina pain at admission	76 (95%)	100 (100%)
Troponin increased	100 (100%)	100%
Acute heart failure (KILIP 1–2)	85 (85%)	63 (78.75%)
Acute heart failure (KILIP 3–4)	15 (15%)	17 (21.25%)

mellitus, cardiovascular diseases, and revascularization procedures (CABG and PCI) was slightly more common.

It should be especially noted that patients in the first group more often had pulmonary edema and cardiogenic shock (21.25% vs. 15%) at admission, and at discharge these patients had LVEF (by EchoCG) lower than in the control group (46.5% vs. 48.03%).

Upon admission to the hospital, all patients, according to the treatment guidelines (STEMI), urgently underwent selective coronary angiography and, if indicated, percutaneous coronary interventions (PCI).

X-ray endovascular diagnosis and treatment were performed using SIEMENS ARTIS ZEE and PHILIPS ALLURA devices. Selective coronary angiography and endovascular interventions data were analyzed by two experts on X-ray endovascular methods of diagnostics and treatment. Severity of the coronary damage was assessed with SYNTAX Score; blood flow velocity in the infarct-associated artery (IAA) was assessed with TIMI (Thrombolysis in Myocardial Infarction) scale, and the degree of thrombosis in the coronary arteries was assessed with TIMI thrombus grade (TTG) scale; narrowing of the lumen of the coronary artery more than 75% was considered hemodynamically significant. A multivessel lesion was defined as the presence of stenosis in two or three major epicardial arteries and/or their large branches ( $\geq 2.5$  mm in diameter). A successful outcome of PCI was considered arterial flow TIMI 3 with  $< 20\%$  residual stenosis.

Before PCI, a loading dose of acetylsalicylic acid and clopidogrel/ticagrelor, as well as unfractionated heparin up to 4000 IU was administered to all patients at the stage of emergency care.

During the revascularization procedure, to prevent thrombosis in catheters, unfractionated heparin was administered intra-arterially at the dose of 100 IU per 1 kg of body weight. After PCI, all patients received aspirin, clopidogrel/ticagrelor, beta-blockers, angiotensin-converting enzyme inhibitors, and statins for one year. For the coronavirus infection treatment, patients of the first group received antiviral drugs (favipiravir), glucocorticosteroids (dexamethasone, prednisolone), anticoagulants (low molecular weight heparin, fondaparinux sodium), antibacterial drugs (3rd generation cephalosporins, macrolides, fluoroquinolones), as well as infusion therapy.

The primary endpoints of the study were cardiovascular events (MACE) such as: mortality (cardiac and non-cardiac); repeated myocardial infarction and repeated intervention on target and non-target arteries; stent thrombosis during inpatient treatment.

**Results**

In most of the first group patients (85.7%), lung computed tomography revealed certain signs of pneumonia. Lung involvement of CT 1 was identified in 23 (28.75%), CT 2 – in 20 (25%), CT 3 – in 13 (16.25%), and CT 4 – in 13 (16.25%) patients (Table 2).

Localizations of the myocardial lesions of the left ventricle in the studied groups of patients were as follows (see Table 3): STEMI of the posterior wall of the left ventricle was diagnosed in 41 (51.25%) patients in the first group and 57 (57%) patients in the second group; in 26 (32.5%) and 35 (35%) patients, respectively, myocardial lesion was located on the anterior wall of the left ventricle; in another 7 (8.75%) and 2 (2%) patients, myocardial lesion was located on the anterior-lateral wall of the left ventricle; myocardial lesion of the lateral wall of the left ventricle was observed in 3 (3.75%)

**Table 2.** Severity of lung damage according to CT in the group of studied patients (Scale of visual lung assessment of the US Center for diagnostics and telemedicine)

CT score (computed tomography grading of lung involvement severity)	Number of patients (n = 80)
CT 0	11 (13.75%)
CT 1	23 (28.75%)
CT 2	20 (25%)
CT 3	13 (16.25%)
CT 4	13 (16.25%)

**Table 3.** Localization of STEMI of the left ventricle in the studied groups

Localization of the myocardial infarction (STEMI) of the left ventricle (according to ECG data)	Number of patients	
	Group 1 n = 80 (100%)	Group 2 n = 100 (100%)
Anterior wall	26 (32.5%)	35 (35%)
Anterior lateral wall	7 (8.75%)	2 (2%)
Lateral wall	3 (3.75%)	3 (3%)
Posterior wall	41 (51.25%)	57 (57%)
Posterior lateral wall	2 (2.5%)	0
Circular lesion	1 (1.25%)	3 (3%)

**Table 4.** Selective coronary angiography data in the studied groups of patients

Parameters	Number of patients	
	Group 1 n = 80 (100%)	Group 2 n = 100 (100%)
One-vessel lesion	24 (30%)	38 (38%)
Multivessel lesion	52 (65%)	60 (60%)
Infarct-related artery (IRA):		
LAD LCA	28 (35%)	37 (37%)
RCA	35 (43.75%)	46 (45%)
CA LCA	5 (6.25%)	12 (12%)
DB LCA	1 (1.25%)	1 (1%)
MA LCA	3 (3.75%)	2 (2%)
Complete occlusion of IRA	34 (42.5%)	56 (56%)
Hemodynamically significant stenosis of IRA	24 (30%)	40 (40%)
Floating thrombi in IRA	18 (22.5%)	2 (2%)
Thrombosis of the previously implanted stent	8 (5%)	1 (1%)
Total number of therapeutic endovascular procedures performed	74 (95.6%)	98 (98%)
Restored blood flow TIMI 3	68 (85%)	96 (96%)
Thrombus aspiration from IRA	14 (17.5%)	4 (4%)
Use of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors	20 (25%)	13 (13%)
Pre-hospital thrombolysis	8 (10%)	7 (7%)

patients in the first group and 3 (3%) patients in the second group; 2 (2.5%) patients in the first group had a posterior-lateral lesion of the left ventricle; and in 1 (1.25) patient from the first group and 3 patients (3%) from the second, a circular lesion of the left ventricle was observed. Thus, as Table 3 shows, there was no significant difference between studied groups of patients in relation to STEMI localization.

Selective coronary angiography data in the studied groups of patients are presented in Table 4.

As apparent from Table 4, multivessel lesions were more common in patients with a combination of STEMI and COVID-19 (65% vs. 60%) than in patients of the second group. The groups did not differ significantly in relation to the frequency of involvement of individual coronary arteries in AMI, however, it should be noted that in group 1, in 4 cases (5%), acute thrombosis of more than one coronary artery was observed. In the first group, complete occlusion of the IRA was observed slightly less frequently (42.5% vs. 56%). At the same time, in the 1st group, floating thrombi (TTG 3–4) were more common without complete occlusion of the arterial lumen (22.5% vs. 2%). Also, stent thrombosis was more frequent in the first group (5% vs. 1%). It should be noted, that in

3 cases from the first group, acute thrombosis was observed in stents implanted already in Domodedovo Central Hospital during the acute phase of STEMI. In two of them, recanalization was not achieved even with the infusion of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors. Also in the first group, method of thrombus aspiration from the IRA was used more commonly (17.5% vs. 4%), as well as glycoprotein IIb/IIIa inhibitors (25% vs. 13%). Of particular note is the fact that in the first group there were more unsuccessful attempts of the IRA recanalization (7.5% vs. 2%).

Given that COVID-19 is often associated with such a complication as hypercoagulation syndrome with thrombosis and thromboembolism in the arterial and venous systems, the thrombosis grade in the coronary arteries was additionally assessed using the TIMI thrombus grade (TTG) scale (10). As Table 5 shows, patients with COVID-19 had a higher incidence of coronary thrombosis (3.2 vs. 2.8).

In both groups, a comparative assessment of the coronary lesions severity was also performed using SYNTAX score. The SYNTAX score is an independent predictor of adverse cardiac events in patients undergoing PCI and reflects additional risk factors for adverse outcomes at the hospital stage in patients with a combination of AMI and COVID-19. As seen

**Table 5.** Comparative assessment of the thrombosis grade in studied patients

TIMI thrombus grade (TTG)	Number of patients	
	Group 1 n = 80 (100%)	Group 2 n = 100 (100%)
Mean value	3.2	2.8
TTG 0	25 (31.25%)	40 (40%)
TTG 1	4 (5%)	2 (2%)
TTG 2	2 (2.5%)	0
TTG 3	5 (6.25%)	2 (2%)
TTG 4	14 (17.5%)	0
TTG 5	34 (42.5%)	56 (56%)

**Table 6.** Comparative assessment of the coronary lesion severity by SYNTAX score in studied patients

SYNTAX Score	Number of patients	
	Group 1 n = 80 (100%)	Group 2 n = 100 (100%)
Mean value	17.6	14.2
SYNTAX < 22	54 (67.5%)	85 (85%)
SYNTAX 23–32	17 (21.25%)	8 (8%)
SYNTAX > 33	9 (11,25%)	7 (7%)

**Table 7.** Outcomes of endovascular procedures and in-hospital mortality in studied patients

	Number of patients	
	Group 1 n = 80 (100%)	Group 2 n = 100 (100%)
Restored blood flow TIMI 3	68 (85%)	96 (96%)
Unsuccessful attempts of recanalization	6 (7.5%)	2 (2%)
In-hospital mortality	17 (21.25%)	2 (2%)

in Table 6, number of patients with severe coronary disease according to the SYNTAX score was higher in the first group of patients (17.6 vs. 14.2).

Evaluation of the outcomes of endovascular procedures and their impact on hospital prognosis in the studied patients is presented in Table 7. As can be seen from the data presented, in the first group, there were fewer successful procedures for restoring blood flow in the IRA (85% vs. 96%) and, accordingly, more unsuccessful attempts of recanalization (7.5% vs. 2%). Most importantly, in-hospital mortality in the first group was also significantly higher than in the second group (21.25% vs. 2%).

## Discussion

Clinical and angiographic features in these patients were described in several papers (11–13). Due to the fear of contracting COVID-19 in a hospital, they sought medical care too late, often were admitted in severe condition with cardiogenic shock and prolonged total ischemia time. They were less frequently referred for coronary angiography and percutaneous coronary interventions. As a whole it led to unfavorable outcomes and high in-hospital mortality.

Our study which included 80 patients with a combination of STEMI and COVID-19 and 100 patients with STEMI only as a control group, is generally consistent with existing studies in terms of clinical, demographic and angiographic data in patients with combination of COVID-19 and STEMI. Also, it should be noted, that this group of patients in general did not differ significantly by clinical and demographic parameters from patients with STEMI only. However, according to our observations, diabetes mellitus, cardiovascular diseases and a history of revascularization procedures (CABG and PCI) were reported more frequently among patients with comorbidities. These concomitant conditions as such are risk factors for coronary disease and more severe course of underlying disease. On the other hand, COVID-19 can worsen coronary heart disease, causing the destruction and dissection of atherothrombotic plaques, vasomotor and microvascular dysfunction, as well as imbalance between myocardial demand of oxygen and its supply due to severe intoxication, tachycardia and hypoxia. Also noteworthy, that of the 80 patients, 57 (71%) patients developed AMI during outpatient or inpatient treatment for COVID-19 or immediately after discharge. This indirectly suggests, that COVID-19 can provoke the onset of STEMI due to, as we have already noted, hypercoagulation, inflammation and intoxication.

Like other infections, COVID-19 can cause myocardial infarction through various mechanisms, such as plaque rupture, coronary spasm, or microthrombi (14). Increased thrombogenesis in COVID-19 may also be proven by the fact that out of 80 patients of the first group, 34 (42.5%) had total occlusion and 18 (22.5%) had signs of massive thrombosis (TTG >3–4), significantly obturating the arterial lumen. At the same time, only 2 (2%) patients in the second group had a floating thrombus in the lumen of IRA. Currently it is considered proven that the SARS-CoV-2 virus causes a prothrombotic

condition as a result of immune hyperinflammation, endothelial dysfunction, and hemostasis disorders. At that, there is a high incidence of both venous and arterial thrombosis (15). Direct viral damage to the endothelium can also provoke thrombogenesis and subsequently AMI. Angiographically, this prothrombotic condition is presented as a frequent thromboses of coronary arteries (TTG >3–4) and stents. It could be, that even several coronary vessels are involved. In our study, we observed thrombosis of two arteries at once in three patients: in two cases, there was a complete occlusion of two coronary arteries, and in another case, occlusion of one coronary artery was combined with signs of non-occlusive thrombosis in the other coronary artery.

Eight patients had stent thrombosis, two of them developed thrombosis after IRA revascularization at Domodedovo Central Hospital, and recanalization attempts failed after all, despite using devices for thrombus aspiration and infusion of glycoprotein IIb/III inhibitors. It should be noted that our data are well consistent with the research results of F.A. Choudry et al., who reported a high incidence of coronary thrombosis (grade 4–5, 84%), multivessel thrombosis (17.9%), and stent thrombosis (10%) in 39 patients with STEMI and COVID-19 (16).

It should also be noted, that four (5%) patients in the first group and two patients (2%) in the second group had no hemodynamically significant changes of coronary vessels, including IRA. It is not reasonable to assume that the absence of stenosing-occlusive lesion of the IRA was the result of pre-hospital thrombolysis, since no one of these patients underwent this procedure. Meanwhile, all of these patients had ST-segment elevation (according to ECG), increased troponin levels, and signs of hypo-akinesis on EchoCG, i.e., all signs of AMI were present. In these cases, it can be assumed that spontaneous thrombolysis or prolonged spasm of the coronary arteries has occurred. The issue of AMI development in slightly changed coronary arteries has been discussed for a long time. Similar observations are being studied by researchers regarding the combination of STEMI and COVID-19. According to various authors, the absence of coronary arteries damage in patients with STEMI and COVID-19 occurs with different frequencies. The largest number of such cases was reported in the study of G.G. Stefanini et al., including 28 patients with COVID-19 and STEMI (17). According to the authors, an increase in the biomarkers

of myocardial necrosis (troponin) and specific changes in ECG and echocardiography indicate myocardial ischemia or necrosis, but not necessarily associated with significant blood flow impairment in the coronary arteries. The increase in cardiac troponin levels, commonly seen in patients with COVID-19, may not be the result of the heart muscle infarction, but caused by myocarditis, pulmonary embolism, or Takotsubo syndrome. In general, it should be noted that myocardial damage is more common in critically ill patients with COVID-19 with a history of comorbidities. Myocardial damage in COVID-19 is associated with high mortality. Our study also supports this assumption. In the first group, i.e., in patients with a combination of STEMI and COVID-19, the mortality rate was quite high - 17 cases (21.25%) and significantly higher than in the second group, i.e., in patients with STEMI but without COVID-10 (2%). All authors note a high incidence of adverse events, even despite the successful PCI without significant time delays. For example, according to the NACMI registry, in-hospital mortality was 33% in 2020 and 23% in 2021 (18). According to J.M. Montero Cabezas et al. mortality rate was 21%; Choudry et al. – 17.9%; Stefanini et al. – 39.3% (19). Analyzing the causes of death, the researchers note that along with such cardiac causes as hemodynamic complications (cardiac arrest and heart failure), suboptimal results of endovascular reperfusion (“no-reflow” phenomenon), high mortality rate may be due to non-cardiac causes such as respiratory failure. In our study, a higher number of unsuccessful recanalization attempts and a worse result of endovascular procedures also were reported more frequently in patients with comorbidities than in the other group (7.5% vs. 2%). We attribute it to a more severe coronary damage and a greater degree of coronary artery thrombosis in these patients.

## Conclusion

Specific features of patients with COVID-19, including increased thrombogenesis, hypoxemia associated with ARDS (acute respiratory distress syndrome), the likely presence of a large number of concomitant cardiovascular diseases, and associated with this more severe course of myocardial infarction, require special attention and approach to these patients.

Our study allowed us to draw the following preliminary conclusions:

1) STEMI in combination with COVID-19 is more common in men, especially if they have

such risk factors as arterial hypertension, dyslipidemia and diabetes mellitus.

2) Despite the fact that when providing medical care to patients with comorbidities at the hospital stage, there was no “door-balloon” time delay, and all other medical interventions were performed in a timely manner and at the appropriate level, in-hospital mortality in this group of patients was significantly higher than in patients with AMI but without COVID-19.

3) STEMI often developed in patients who were hospitalized for COVID-19, which suggests that STEMI in these cases may be a complication of COVID-19.

4) Finally, there were a high incidence and degree of thrombosis in the coronary arteries of patients with comorbidities, requiring frequent use of thrombus aspiration and glycoprotein IIb/IIIa receptor blockers. This is consistent with high prothrombotic status in COVID-19 and may warrant more aggressive antithrombotic and anticoagulant therapy.

However, for final conclusions and recommendations on the prevention and treatment of patients with a combination of STEMI and COVID-19, further experience is needed.

## Список литературы [References]

- Gharibzadeh A., Shahsanaei F., Rahimi Petrucci N. Clinical and Cardiovascular Characteristics of Patients Suffering ST-Segment Elevation Myocardial Infarction After Covid-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr. Probl. Cardiol.* 2023, 48 (1), 101045. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2021.101045>
- De Luca G., Manzo-Silberman S., Algowhary M. et al. Gender Difference in the Effects of COVID-19 Pandemic on Mechanical Reperfusion and 30-Day Mortality for STEMI: Results of the ISACS-STEMI COVID-19 Registry. *J. Clin. Med.* 2023, 12 (3), 896. <https://doi.org/10.3390/jcm12030896>
- Salabei J.K., Asnake Z.T., Ismail Z.H. et al. COVID-19 and the Cardiovascular System: An Update. *Am. Med. J. Sci.* Published: February 10, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2022.01.022>
- Pepera G., Tribali M.-S., Batalik L. et al. Epidemiology, risk factors and prognosis of cardiovascular disease in the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic era: a systematic review *Rev. Cardiovasc. Med.* 2022, 23 (1), 28. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2301028>
- Abou-Ismael M.Y., Diamond A., Kapoor S. et al. The hypercoagulable state in COVID-19: Incidence, pathophysiology, and management. *Thromb. Res.* 2020, 194, 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2020.06.029>
- Kiris T., Avci E., Ekin T. et al. Impact of COVID-19 outbreak on patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in Turkey: results from TURSER study (TURKISH St-segment elevation myocardial infarction registry). *J. Thromb. Thrombolysis.* 2022, 53, 321–334. <https://doi.org/10.1007/s11239-021-02487-3>
- Parohan M., Yaghoubi S., Seraji A. Cardiac injury is associated with severe outcome and death in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care.* 2020, 9 (6), 665–677. <https://doi.org/10.1177/2048872620937165>
- Thakker R.A., Elbadawi A., Chatila Kh.F. et al. Comparison of Coronary Artery Involvement and Mortality in STEMI Patients With and Without SARS-CoV-2 During the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Probl Cardiol.* 2022, 47 (3), 101032. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2021.101032>
- COVID-19. Методические рекомендации для кабинетов компьютерной томографии; ФГБУ “НМИЦ им. В.А. Алмазова” Минздрава России; кафедра лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБВОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” МО РФ; кафедра рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики ФГБУЗ “Клиническая больница №122 им. Л.Г. Соколова ФМБА”; СПб ГБУЗ “Городская больница №40”; [http://education.almazovcentre.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19\\_KT\\_03052020\\_versiia\\_4.pdf](http://education.almazovcentre.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19_KT_03052020_versiia_4.pdf) (актуально на 23 марта 2023 г.)  
COVID-19. Guidelines for computed tomography facilities; Federal State Budgetary Institution V.A. Almazov Scientific Research Center of the Ministry of Health of Russia, Department of Radiodiagnosics and Medical Imaging; Federal State Budgetary Military Higher Vocational Education Institution Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Roentgenology and Radiology with a Course of Ultrasound Diagnostics; Federal State Budgetary Healthcare Institution L.G. Sokolov Clinical Hospital No. 122 of the Federal Medical and Biological Agency; State Budgetary Healthcare Institution City Hospital No. 40, St. Petersburg, Russia; [http://education.almazovcentre.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19\\_KT\\_03052020\\_versiia\\_4.pdf](http://education.almazovcentre.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19_KT_03052020_versiia_4.pdf) (as of March 23, 2023) (In Russian)
- Sianos G., Papafaklis M.I., Serruys P.W. Angiographic thrombus burden classification in patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with percutaneous coronary intervention. *J. Invasive Cardiol.* 2010, 22 (10), Suppl. B, 6B–14B. PMID: 20947930
- De Luca G., Algowhary M., Uguz B. et al.; ISACS-STEMI COVID-19; Collaborators. COVID-19 pandemic, mechanical reperfusion and 30-day mortality in ST elevation myocardial infarction. *Heart.* 2022, 108 (6), 458–466. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2021-319750>
- Garcia S., Dehghani P., Grines C. et al.; Society for Cardiac Angiography and Interventions, the Canadian Association of Interventional Cardiology, and the American College of Cardiology Interventional Council. Initial Findings the North American COVID-19 Myocardial Infarction Registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021, 77 (16), 1994–2003. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.02.055>

13. Kite T.A., Ludman P.F., Gale Ch.P. et al. International Prospective Registry of Acute Coronary Syndromes in patients with COVID. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021, 77 (20), 2466–2476. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.03.309>
14. Gitto M., Novelli L., Reimers B. et al. Specific characteristics of STEMI in COVID-19 patients and their practical implications. *Kardiol. Pol.* 2022, 80 (3), 266–277. <https://doi.org/10.33963/KP.a2022.0072>
15. Rodríguez C., Luque N., Blanco I. et al. Pulmonary Endothelial Dysfunction and Thrombotic Complications in Patients with COVID-19. *Am. J. Respir. Cell. Mol. Biol.* 2021, 64 (4), 407–415. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2020-0359PS>.
16. Choudry F.A., Hamshere S.M., Rathod K.S. et al. High thrombus burden in patients with COVID-19 presenting with ST-segment elevation myocardial infarction *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020, 76 (10), 1168–1176. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.07.022>
17. Stefanini G.G., Montorfano M., Trabattoni D. et al. ST-elevation myocardial infarction in patients with COVID-19: clinical and angiographic outcomes. *Circulation.* 2020, 141 (25), 2113–2116. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047525>
18. Garcia S., Dehghani P., Stanberry L. et al. Trends in Clinical Presentation, Management, and Outcomes of STEMI in Patients With COVID-19. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022, 79 (22), 2236–2244. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.03.345>
19. Montero-Cabezas J.M., Córdoba-Soriano J.G., Díez-Delhoyo F. Angiographic and Clinical Profile of Patients With COVID-19 Referred for Coronary Angiography During SARS-CoV-2 Outbreak: Results From a Collaborative, European, Multicenter Registry. *Angiology.* 2022, 73 (2), 112–119. <https://doi.org/10.1177/00033197211028760>

### Сведения об авторах [Authors info]

**Обручникова Ирина Игоревна** – врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ МО “Домодедовская центральная городская больница”, г. Домодедово, Московская обл.

**Гинзбург Леонид Моисеевич** – канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ МО “Домодедовская центральная городская больница”, г. Домодедово, Московская обл.

**Чернышева Ирина Евгеньевна** – канд. мед. наук, врач-кардиолог, заместитель директора по медицинской части и клинико-экспертной работе НПЦ интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <http://orcid.org/0000000297070691>

**Церетели Нино Владимировна** – канд. мед. наук, заведующая кардиологическим отделением НПЦ интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <http://orcid.org/0000-0003-1517-5244>. E-mail: [ninotsereteli@mail.ru](mailto:ninotsereteli@mail.ru)

**Иоселиани Давид Георгиевич** – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой интервенционной кардиоангиологии, почетный директор НПЦ интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. ORCID:0000-0001-6425-7428. E-mail: [davidgi@mail.ru](mailto:davidgi@mail.ru)

\* **Адрес для переписки:** Обручникова Ирина Игоревна – [irina\\_obruchnikova@mail.ru](mailto:irina_obruchnikova@mail.ru)

**Irina I. Obruchnikova** – physician, Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, State Budgetary Institution of Healthcare of the Moscow region “Domodedovo Central city hospital”, Domodedovo, Moscow region

**Leonid M. Guinzburg** – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, State Budgetary Institution of Healthcare of the Moscow region “Domodedovo Central city hospital” Moscow region

**Irina E. Chernysheva** – Cand. of Sci. (Med.), cardiologist, Deputy Director for Medical Issues and Clinical and Expert work, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow. <http://orcid.org/0000000297070691>

**Nino V. Tsereteli** – Cand. of Sci. (Med.), Head of cardiology department, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow. <http://orcid.org/0000-0003-1517-5244>. E-mail: [ninotsereteli@mail.ru](mailto:ninotsereteli@mail.ru)

**David G. Iosseliani** – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Interventional Cardioangiology, Honored Director of the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6425-7428>. E-mail: [davidgi@mail.ru](mailto:davidgi@mail.ru)

\* **Address for correspondence:** Irina I. Obruchnikova – [irina\\_obruchnikova@mail.ru](mailto:irina_obruchnikova@mail.ru)

Статья получена 1 декабря 2022 г.  
Manuscript received on December 1, 2022.

Принята в печать 4 февраля 2023 г.  
Accepted for publication on February 04, 2023.

# Диагностическая значимость метода оптической когерентной томографии в оценке результатов стентирования коронарных артерий биodeградируемыми скаффолдами BVS Absorb

В.В. Фоменко\*, Д.А. Асадов, Д.Г. Иоселиани

Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Особую нишу в лечении коронарных артерий занимают биodeградируемые стенты. При их имплантации важно не только соблюдать все технические аспекты, но и до стентирования точно определить морфологию, диаметр и протяженности поражения, а после – прилегание балок стента к стенкам артерии для достижения оптимальных результатов. Однако по данным ангиографии сделать это практически невозможно. В статье демонстрируются важность использования оптической когерентной томографии (ОКТ) в стентировании коронарных артерий биodeградируемыми каркасами и влияние ее на отдаленные результаты.

**Цель исследования:** оценить диагностическое преимущество и значимость метода ОКТ в выборе зоны имплантации и оценке результатов стентирования коронарных артерий биodeградируемыми скаффолдами BVS Absorb.

**Материал и методы.** В НПЦ интервенционной кардиоангиологии Сеченовского Университета с июня 2014 г. по декабрь 2015 г. с помощью метода ОКТ было детально изучено 103 пораженных участка в целевых артериях венечного русла с последующей имплантацией в них 105 стентов BVS Absorb пациентам с хроническими формами ИБС. Полученные данные подвергались качественно-количественной оценке в отношении состава атеросклеротической бляшки, а также количественной оценке пораженных сегментов коронарных артерий (длины поражения и референтного диаметра артерии) и сравнению данных с количественной селективной коронарографией. Все поражения были разделены в зависимости от морфологического состава по данным ОКТ на 4 группы: фиброзная (16,5%), липидная (26,3%), смешанная (50,5%) и с признаками умеренного кальциноза (6,7%), учитывался объем липидного ядра и толщина покрышки. Конечная точка исследования – изучить частоту возникновения in-stent стеноза в ранее установленных стентах BVS Absorb в зависимости от морфологических особенностей зоны имплантации, от размера стента и выполненной постдилатации.

**Результаты.** Контрольное обследование проводилось в среднеотдаленном периоде (срок в среднем  $6,42 \pm 2,2$  мес) и в отдаленном периоде (срок в среднем  $35 \pm 2,2$  мес). Удовлетворительный результат стентирования наблюдали в 95,2 и 88,7% случаев соответственно. Рестеноз, в том числе окклюзия в стенте, была выявлена в 5 и 11 стентах соответственно. Во всех случаях рестеноза в ранее имплантированных стентах была выполнена эндоваскулярная процедура с установкой стента с лекарственным покрытием. После сопоставления данных выявлено, что ни в одном случае рестеноза постдилатация непосредственно сразу после стентирования не проводилась. В липидных бляшках с большим количеством липидного ядра, в фиброзных бляшках и в поражениях с умеренным кальцинозом со временем увеличивается вероятность развития рестеноза (3, 1, 1% соответственно). К трем годам наблюдения прослеживается динамика увеличения развития рестеноза в стентах с меньшим диаметром, но большей длиной в сравнении с 6-месячными результатами.

**Заключение.** Использование ОКТ эффективно и безопасно при имплантации биodeградируемых стентов и способствует улучшению как ближайших, так и отдаленных результатов стентирования. Проведенное исследование показало, что в случаях, когда биodeградируемый стент имплантировали в область смешанной или фиброзной бляшки и при этом в обязательном порядке выполняли постдилатацию баллоном высокого давления, то в отдаленном периоде – 3 года наблюдали удовлетворительный результат в 88,7% случаев. Выполнение ОКТ до эндоваскулярной процедуры (ЭВП) с целью определения морфологии, диаметра и протяженности поражения, а также после ЭВП для контроля прилегания балок стента к стенкам артерий следует считать необходимой частью стентирования венечных артерий для достижения оптимальных отдаленных результатов при использовании биodeградируемых каркасов.

**Ключевые слова:** биodeградируемый стент, оптическая когерентная томография, отдаленные результаты

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

# Diagnostic significance of the optical coherence tomography method in assessing the results of coronary artery stenting with biodegradable scaffolds BVS Absorb

V.V. Fomenko\*, D.A. Asadov, D.G. Ioseliani

Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia

Biodegradable stents hold a special place in the treatment of coronary arteries. In order to achieve optimal results when implanting these stents, it is important not only to comply with all technical aspects, but also prior to stenting to accurately determine the morphology, diameter and extent of a lesion, and after that, to evaluate apposition of the stent struts to the artery wall. However, it is almost impossible to do this using angiography data. In this article, we demonstrate the importance of using optical coherence tomography in coronary artery stenting with biodegradable scaffolds and its impact on long-term outcomes.

**Objective.** To evaluate diagnostic advantages and significance of the optical coherence tomography (OCT) for selecting an implantation zone and assessing outcomes of coronary artery stenting with biodegradable scaffolds (Absorb Bioresorbable Vascular Scaffold [BVS Absorb]).

**Material and Methods.** From June 2014 to December 2015, at the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of Sechenov First Moscow State Medical University, 103 lesions in the target coronary arteries were comprehensively investigated using the OCT, followed by implantation of 105 BVS Absorb stents in patients with chronic coronary artery disease (CAD). Qualitative and quantitative assessments of the obtained data in relation to the atherosclerotic plaque composition were performed, as well as a quantification of affected segments of the coronary arteries (length of the lesion and reference diameter of the artery) and then compared with quantitative coronary angiography (QCA) data. All lesions, depending on the morphological composition according to OCT data, were divided into four groups: fibrous (16.5%), lipid (26.3%), mixed (50.5%) and with signs of moderate calcification (6.7%). The lipid core volume and fibrous cap thickness were taken into account. The endpoint in this study was the incidence of in-stent stenosis in previously implanted BVS Absorb stents, depending on the morphological characteristics of the implantation zone, stent size and the post-dilation performed.

**Results.** The follow-up examination was conducted in the mid-term ( $6.42 \pm 2.2$  months in average) and in the long-term ( $35 \pm 2.2$  months in average) post-stenting periods. Satisfactory outcomes of stenting were observed in 95.2 and 88.7% of cases, respectively. Restenosis, including in-stent occlusion, was detected in 5 and 11 stents, respectively. In all cases of restenosis in previously implanted stents, an endovascular procedure was performed with a drug-eluting stent placement. After comparing the data, it was revealed that no post-dilation immediately after stenting was performed in any case of restenosis. In lipid plaques with large lipid core volume, in fibrous plaques, and in lesions with moderate calcification, the risk of restenosis increases over time (3, 1, 1%, respectively). By 3 years of follow-up, there is an increase of the restenosis incidence in stents of a smaller diameter, but of a bigger length, in comparison with 6-month outcomes.

**Conclusions.** Using of the OCT is effective and safe upon the implantation of biodegradable stents, improving both immediate and long-term outcomes of stenting. This study showed that, when a biodegradable stent was implanted in the area of a mixed or fibrous plaque with mandatory post-dilation with a high-pressure balloon, satisfactory long-term (at year 3) outcomes were achieved in 88.7% of cases. Performing OCT prior to endovascular procedure (EVP) to determine the morphology, diameter and extent of a lesion, as well as after the EVP to control the apposition of the stent struts to the artery walls, should be considered a necessary part of coronary artery stenting with biodegradable scaffolds to achieve optimal long-term outcomes.

**Keywords:** biodegradable stent, optical coherence tomography, long-term outcomes

**Financing.** The study was not sponsored.

**Conflict of interest.** The authors declare that they have no conflict of interest.

## Введение

В настоящее время стентирование коронарных артерий, в особенности с лекарственным покрытием, является наиболее эффективным методом лечения пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС). Однако следует учитывать тот факт, что стент, оставаясь в сосудистом русле на протяжении всей жизни пациента в качестве “инородного тела”, постоянно воздействует на интиму сосуда, что в какой-то момент нахождения в организме может явиться триггером для возникновения определенных негативных процессов в отношении самого этого стента (1). В связи с этим исследователи разработали и внедрили в клиническую практику полностью биodeградируемые стенты, которые, выполнив свою основную функцию, постепенно элиминируются, не оставляя, тем самым, субстрата для дальнейшей воспалительной реакции. По мнению разработчиков, вместе с резорбцией стента исчезнет причина местного воспалительного процесса и, как следствие, произойдет полное восстановление вазомоторной и эндотелиальной функций коронарных артерий (2, 3). Преимущество идеи разработки и применения биodeградируемых стентов заключается еще и в том, что после их резорбции происходит восстановление адекватной визуализации сосуда в месте стентирования, а также создается условие, в случае необходимости, выполнения дистального шунтирования в этом участке сосуда (4).

Одним из наиболее ранних и известных серийных биodeградируемых каркасов является стент BVS Absorb (BVS, Absorb, Abbott Vascular, Santa Clara, CA). За основу дизайна Absorb был использован стент Xience компании Abbott vasc. CA, USA. BVS Absorb изготавливали из PLLA с рентгеноконтрастными маркерами из платины для позиционирования и оболочки из PDLLA, содержащей лекарственное вещество Эверолимус. В течение ряда лет этот стент достаточно успешно использовали в клинической практике, однако по данным ряда крупных исследований оказалось, что при использовании BVS Absorb имелся повышенный риск возникновения тяжелых коронарных осложнений (в частности, тромбозов). Основными причинами тромбоза являлись: неполное покрытие пораженного участка артерии балками стента и недостаточное полное раскрытие стента, в результате чего происходило

неполное его прилегание к стенке сосуда (5). Высокая частота серьезных осложнений при использовании BVS Absorb послужила причиной запрета Национальным агентством по контролю за продуктами питания и лекарствами (FDA) к применению BVS Absorb на территории США. Правда, в некоторых странах Европы он применяется до настоящего времени. Проведенные исследования показали, что одной из основных причин неудовлетворительных результатов при использовании биodeградируемых стентов является недостаточно полная информация об исходном анатомическом состоянии стенки сосуда. Несмотря на высокую информативность селективной коронарографии, метод малоинформативен в отношении оценки морфологического состояния стенки коронарного сосуда и состава атеросклеротической бляшки. Еще меньше возможностей у селективной коронарографии для получения трехмерного изображения коронарного русла (6). Между тем такая информация крайне важна для получения оптимальных результатов стентирования коронарных артерий вообще и биорезорбируемыми стентами в частности. Однако с появлением метода оптической когерентной томографии (ОКТ) у клиницистов появилась возможность существенно расширить возможности изучения патофизиологии и патоморфологии как коронарных артерий, так и атеросклеротического поражения коронарного русла. Благодаря глубокому проникновению в толщу тканей и высокому пространственному разрешению ОКТ позволяет изучать те структуры коронарного русла, которые были вне пределов досягаемости селективной коронарографии (7). Следует особо отметить, что благодаря ОКТ стала возможной высокоточная дифференцировка морфологического состава атеросклеротических бляшек (липидная, фиброзная, с включениями кальция и т.д.) и образований внутри просвета сосудов (красный или белый тромб). Метод ОКТ также позволяет контролировать оптимальность имплантации стента непосредственно после стентирования: правильное позиционирование стента и полноту его раскрытия, аппозицию стента к сосудистой стенке, индекс симметричности стента, протрузию бляшки, краевую диссекцию интимы и т.д. (8, 9).

В связи с этим исследователи решили более широко и тщательно использовать

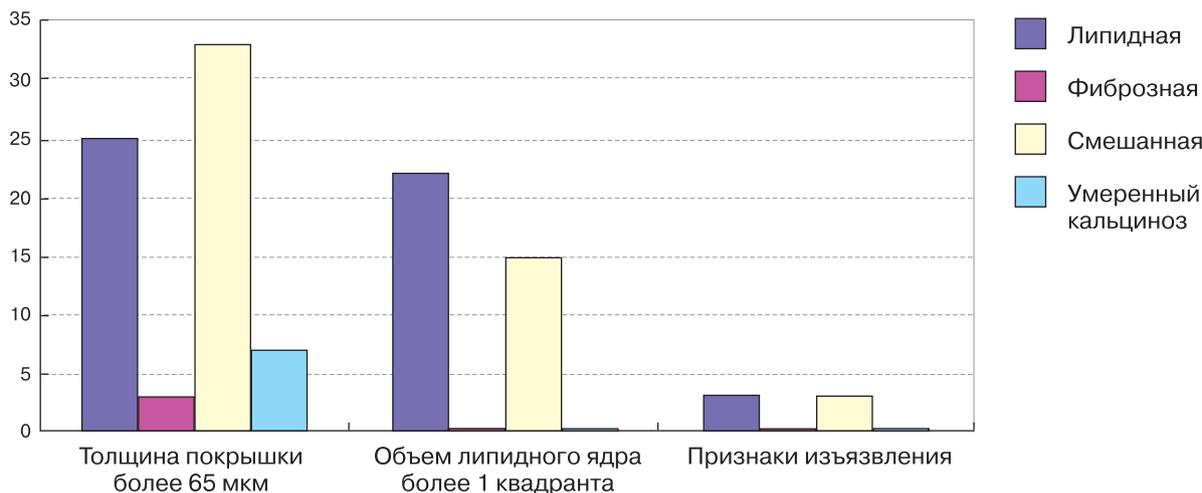
внутрисосудистую визуализацию для детального изучения состояния структур коронарного русла; морфологии поражения; размеров коронарных артерий; оптимизации условий имплантируемого каркаса. Сказанное касается всех видов стентов, в том числе и биорезорбируемых. В этом отношении особый интерес представляет исследование Absorb Japan (10, 11), в котором авторы, используя метод ОКТ, выяснили, что в большинстве случаев неудовлетворительные результаты стентирования были обусловлены именно техническими погрешностями выполнения манипуляции. Между тем использование ОКТ, позволяющей достаточно точно оценить состояние сосудистой стенки и морфологию самой бляшки до эндоваскулярной процедуры (ЭВП), может способствовать существенной оптимизации установки стента. В особенности сказанное касается тех случаев, когда речь идет об установке стентов нестандартных размеров – малого калибра или сверхбольшого диаметра. В процессе самой процедуры имплантации стентов использование ОКТ позволяет определить необходимость проведения дополнительной постдилатации баллоном высокого давления с целью оптимизации результатов стентирования даже в тех случаях, когда по данным селективной коронарографии результаты процедуры выглядели вполне удовлетворительными (12). Следовательно, применения ОКТ для оценки целевых сегментов артерии до и после имплантации биорезорбируемых стентов имеет важную практическую значимость (13, 14).

Несмотря на то что стенты BVS Absorb запрещены к широкому применению, перспектива использования других биорезорбируемых коронарных стентов в клинической практике весьма велика. Следовательно, мы сочли целесообразным провести исследование с использованием ОКТ результатов стентирования биорезорбируемыми стентами Absorb, что позволит более тщательно изучить как положительные, так и негативные стороны данной категории стентов. Это может способствовать созданию в дальнейшем более усовершенствованных стентов, избегая тех негативных сторон, которые были у BVS Absorb. Вместе с тем такие исследования будут способствовать определению истинной значимости ОКТ в оценке результатов стентирования вообще и биорезорбируемыми стентами в частности.

## Клиническая характеристика больных, методы диагностики и лечения

В НПЦ интервенционной кардиоангиологии Сеченовского Университета с июня 2014 г. по декабрь 2015 г. были имплантированы 105 стентов BVS Absorb пациентам с хроническими формами ИБС. Им всем непосредственно перед ЭВП выполняли внутрисосудистую визуализацию целевых коронарных артерий методом ОКТ. Кратко касаясь метода ОКТ, следует отметить, что в его основе лежит принцип измерения времени задержки светового пучка, отраженного от исследуемой ткани (7). В современных ОКТ-приборах источником излучения является широкополосный суперлюминесцентный лазерный светодиод, а испускаемый им световой пучок по оптоволоконному кабелю (катетеру) доставляется в зону интереса. Во время проведения сканирования световой импульс делится на две части, одна из которых (контрольная) отражается от специального зеркальца, находящегося в самом датчике, а вторая (основная) отражается от исследуемого объекта. Далее с помощью сложного математического алгоритма, заложенного в самом приборе, суммируются данные этих двух сигналов, в результате происходит эффект интерференции и формируется скан исследуемой области. Оптическая однородность среды является основным требованием для получения качественного изображения, что достигается введением контрастного вещества как в систему датчика, где находится зеркало, так и в просвет сосуда для вытеснения крови. Метод ОКТ имеет как диагностическое значение, дополняя данные ангиографии важной и достоверной информацией, так и контролирующее в отношении выполненной лечебной процедуры (8, 9).

Итак, с использованием ОКТ были детально изучены 103 пораженных участка в целевых артериях венечного русла. Полученные данные подвергались качественно-количественной оценке в отношении состава атеросклеротической бляшки (липидная, фиброзная, смешанная или кальцинированная); толщины ее покрышки и объема некротического ядра (при наличии); признаков и степени изъязвления бляшек. Морфологическая оценка коронарных артерий основывалась на оптических характеристиках “затухания” слоев сосудистой стенки. При



**Диаграмма 1.** Количественные и качественные ОКТ-характеристики атеросклеротических бляшек.

этом руководствовались следующими характеристиками сосудистой стенки коронарных артерий: неизменная сосудистая стенка характеризуется трехслойной структурой толщиной не более 1,2 мм; оптические свойства разных слоев артериальной стенки мышечного типа различны; интима представлена ярким высокоинтенсивным сигналом, медиа – гомогенным сигналом низкой интенсивности и адвентиция – гетерогенным сигналом высокой интенсивности. При изменении описанной выше архитектуры, так же как при наличии очаговых утолщений интимы, следует говорить о различных типах поражения сосудистой стенки. К примеру, наличие по данным ОКТ относительно гомогенной области с интенсивным сигналом может указывать на наличие фиброзной бляшки, при этом липидное ядро визуализируется как гомогенная область со слабым сигналом и размытыми границами покрытой фиброзной капсулой, а включения кальция выявляются в виде гетерогенных зон слабого сигнала с четкими границами.

Итак, используя представленные выше ОКТ-характеристики поражения стенок коронарных артерий, мы проанализировали данные всех 103 пораженных участков венечных артерий. Первым этапом детально изучали не только морфологический, но и качественно-количественный состав атеросклеротических бляшек. По данным ОКТ-сканов проводили подсчет толщины покрышки бляшки, объема липидного ядра (при наличии), а также оценивали признаки изъязвления. Стоит отметить, что нормальная толщина покрышки бляшки 65 мкм,

а скопления липидных ядер более 1 квадранта относит атеросклеротическую бляшку к богатой липидами. В зависимости от морфологического состояния бляшки были разделены на 4 группы: фиброзная, липидная, смешанная и с признаками умеренного кальциноза. В большинстве случаев (50,5%) наблюдали смешанные липидно-фиброзные атеросклеротические бляшки, в которых преобладал липидный состав. Еще в 26,3% атеросклеротические бляшки имели липидный состав, в 16,5% – фиброзный. В 6,7% случаев отмечался умеренный кальциноз. Следует отметить, что сосуды с участками кальциноза были выделены в отдельную группу, хотя их можно было бы отнести к смешанному типу.

При исследовании проводили также расчеты толщины покрышки бляшки, объема липидного ядра (при его наличии), а также оценивали выраженность изъязвления в зависимости от морфологического типа атеросклеротических бляшек (диаграмма 1).

Как видно из диаграммы 1, толщину покрышки более 65 мкм чаще наблюдали в липидных бляшках, бляшках смешанного генеза и с умеренным кальцинозом. Большое скопление липидного ядра чаще наблюдали в липидных и смешанных бляшках. Данные показатели крайне важны, так как известно, что атеросклеротические бляшки, богатые липидами с большой толщиной покрышки, так же как и фиброзные бляшки с толщиной покрышки менее 65 мкм, имеют повышенный риск развития неблагоприятных событий, в том числе и вероятности возникновения острого инфаркта миокарда (15). Следует также помнить,

**Таблица 1.** Сравнительная оценка данных по длине коронарных артерий, полученных при селективной коронарографии и ОКТ

	Длина пораженного участка, мм		р	ОШ (95% ДИ)
	менее 20	более 20		
Ангиограмма	52 (50,5%)	51 (49,5%)	<0,001*	5,5 (2,9–10,7)
ОКТ-характеристика	16 (15,5%)	87 (84,5%)		

\* – различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 2.** Сравнение ангиограммы и ОКТ-картины пораженных сегментов венечных артерий по референтному диаметру артерии

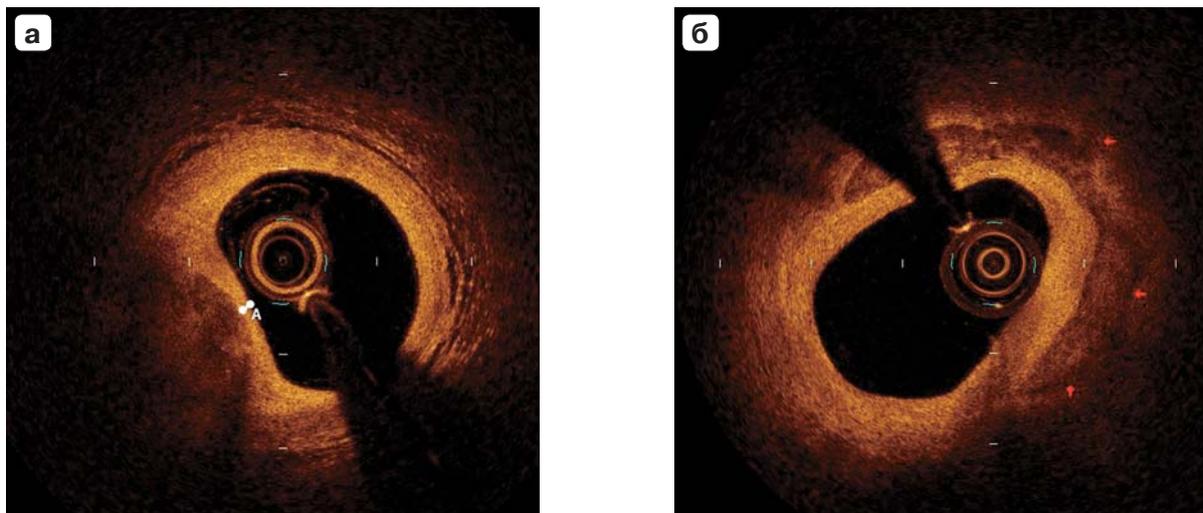
Референтный диаметр артерии, мм	Визуализация		р
	ангиограмма	ОКТ-характеристика	
2,5	39 (37,9%)	19 (18,4%)	= 0,002
3	44 (42,7%)	47 (45,6%)	$p_{1-2} = 0,035$
3,5	20 (19,4%)	37 (36%)	$p_{1-3} = 0,002$

что при признаках изъязвления несвоевременно оказанная помощь может привести к большим кардиальным событиям.

При ОКТ вторым этапом проводили измерение диаметра артерии непосредственно в участках до и после стеноза, а также определяли длину стенозированного участка при помощи продольной реконструкции. По данным коронароангиографии (КАГ) не всегда возможно точно определить протяженность поражения и диаметр артерии. Между тем правильно по размерам подобранный и имплантированный стент играет решающую роль как для непосредственных, так и для отдаленных результатов. Мы провели сравнительный анализ данных коронароангиограмм (QCA) и данных ОКТ по количественной оценке пораженных сегментов

коронарных артерий. Как видно из табл. 1, имеется существенная разница в расчете длины пораженного участка по данным ангиографии и ОКТ, которая составляет 49,5 и 84,5% соответственно. Возможность правильной оценки протяженности стеноза коронарной артерии по данным ОКТ в 5,5 раза выше, чем при оценке по данным КАГ (95% ДИ 2,9–10,7). При сравнении данных референтного диаметра артерии, полученных при КАГ и ОКТ, также были статистически достоверные различия ( $p = 0,002$ ), указывающие на то, что ОКТ дает более точные и достоверные данные по тем или иным параметрам размеров коронарных сосудов (табл. 2).

На рис. 1–3 приведены данные ОКТ-исследования разных по составу атероскле-

**Рис. 1.** Липидная бляшка с толстой покрывкой. **а** – объем бляшки около 1 квадранта; **б** – объем бляшки 3 квадранта.

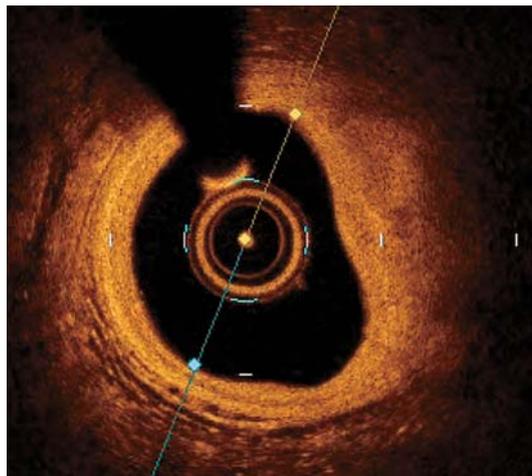


Рис. 2. Фиброзная бляшка с тонкой покрывкой.

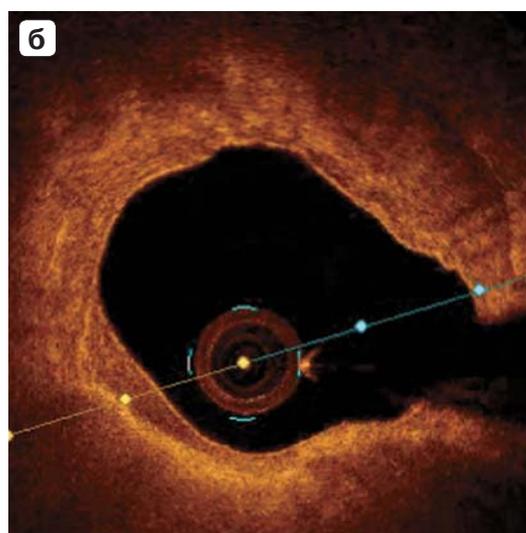
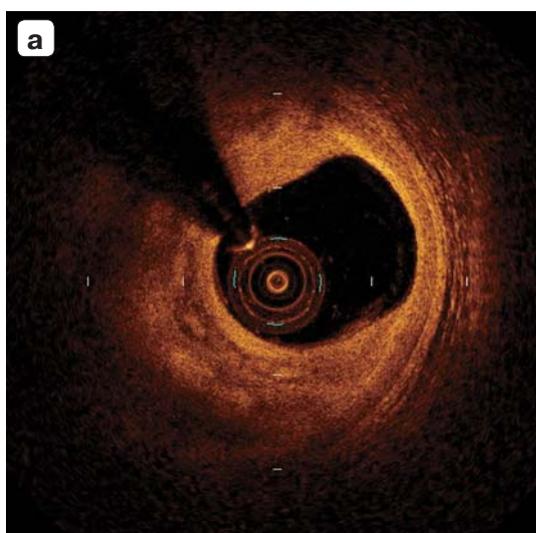


Рис. 3. Атеросклеротические бляшки смешанного генеза. а – скопление макрофагов; б – включения кальция.

ротических бляшек, изученных в данном исследовании: на рис. 1 представлена липидная бляшка с толстой покрывкой (а) и липидным ядром, занимающим 3 квадранта (б); на рис. 2 изображена фиброзная бляшка с тонкой покрывкой; атеросклеротическая бляшка смешанного типа со скоплением макрофагов (а) и с включением кальция (б) представлена на рис. 3.

**Статистическая обработка результатов.** При статистической обработке результатов использовали программу SPSS Statistics 26.0. Сравнительный анализ независимых категориальных переменных проводился с применением  $\chi^2$  Пирсона (в том числе post-hoc анализ) или точного критерия Фишера. Номинальный показатель представлялся абсолютным числом наблю-

дений, приведена процентная доля признака в подгруппах. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости принимали  $p < 0,05$ .

## Результаты

При имплантации стентов BVS Absorb в каждом случае (105 стентов) учитывали качественные и количественные ОКТ-данные изучения пораженных участков венечных артерий. Во всех случаях имплантации был достигнут удовлетворительный непосредственный ангиографический результат. Сама методика имплантации включала: в 100% случаев выполняли преддилатацию в качестве подготовки артерии к самой имплантации. В тех случаях, когда после имплантации стента не добивались опти-

**Таблица 3.** Среднеотдаленный результат стентирования в зависимости от морфологических особенностей зоны имплантации по данным ОКТ

Морфологическое определение типа бляшки	Количество пораженных участков артерии, подвергшихся стентированию BVS Absorb, n	Рестеноз через 6 мес после стентирования, %	p
Липидная:			0,09
большое содержание липидного ядра	22	3 (3,0%)	
малое содержание липидного ядра	7	0 (0%)	
Фиброзная:	16	1 (1%)	
смешанная	51	0 (0%)	
умеренный кальциноз	7	1 (1)	

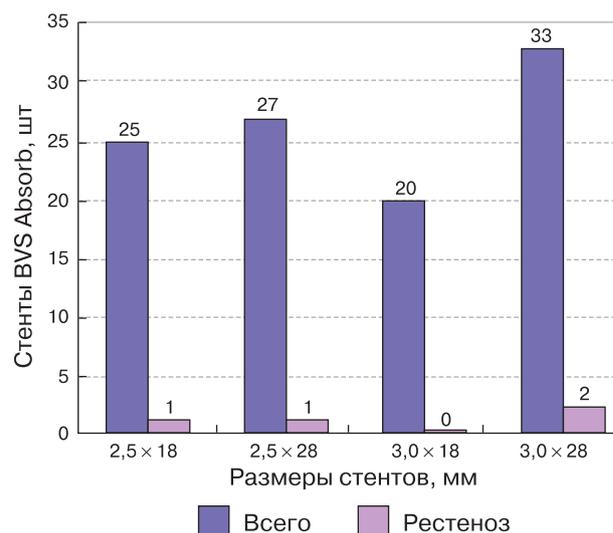
мальных результатов, выполняли постдилатацию стентированного участка баллоном высокого давления.

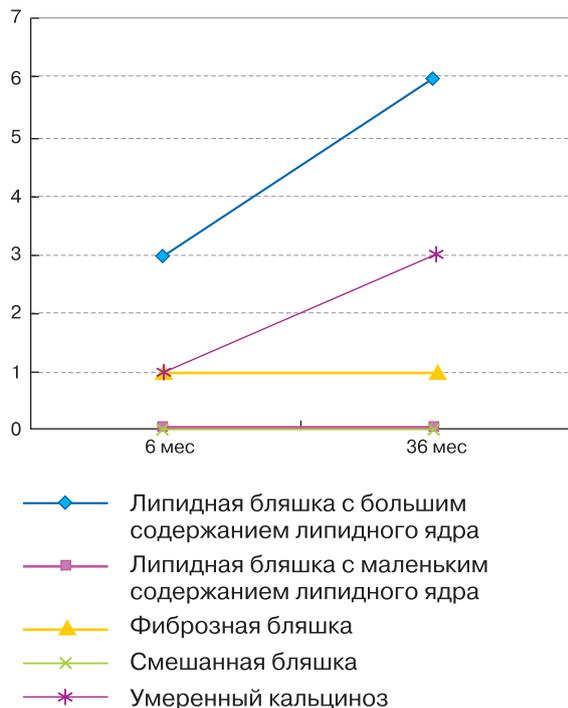
Всего в пораженные сегменты имплантировали 105 стентов BVS Absorb. ОКТ непосредственно после стентирования проводили в 72 (68,6%) случаях. По данным ОКТ в 69 (95,3%) случаях было выявлено неполное прилегание балок стента к стенке сосуда. Для достижения оптимального результата в них выполнена постдилатация баллоном высокого давления с удовлетворительным оптимальным результатом. Основной причиной отказа от ОКТ-обследования у остальных больных был высокий риск развития контраст-индуцированной нефропатии, вызванной высокой контрастной нагрузкой.

Контрольное обследование (срок в среднем  $6,42 \pm 2,2$  мес) прошли все 53 пациента со 105 установленными стентами. Во всех случаях в обязательном порядке выполнялась селективная коронарография. Удовлетворительный результат стентирования наблюдали в 95,2% случаев. ОКТ выполняли в 98 (93,3%) имплантированных ранее стентах. По данным ОКТ полная эндотелизация наблюдалась в 46 стентах, частичная – в 52 стентах. Мальпозицию, так же как и частичную резорбцию стентов, не наблюдали ни в одном случае. In-stent стеноз выявлен в 5 (4,8%) случаях. Было проведено сравнение полученных результатов по данным КАГ и ОКТ при контрольном исследовании с аналогичными исходными данными (до стентирования). Из табл. 3 следует, что лучшие результаты стентирования были получены в тех стентированных сегментах коронарных артерий, в которых были смешанные бляшки. В липидных бляшках с большим количеством липидного ядра, в фиброзных бляшках и в поражениях с умеренным кальцинозом увеличивается вероятность разви-

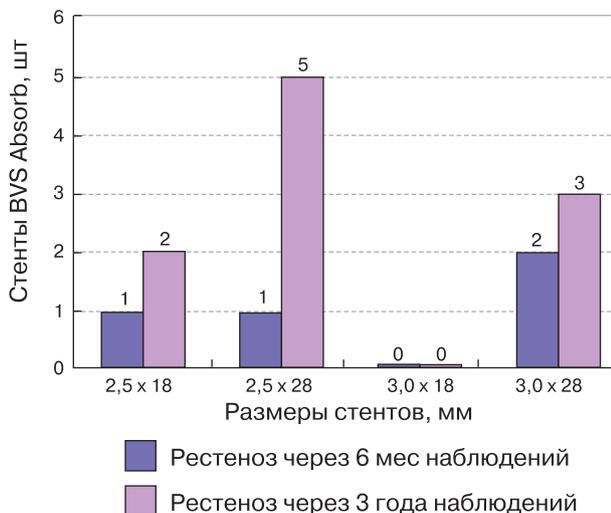
тия рестеноза (3, 1, 1% соответственно). Вероятно, это связано с тем, что исходно в вышеуказанных типах поражения по данным ОКТ после стентирования отмечалась протрузия при большом объеме липидного ядра, а при фиброзной бляшке и кальцинированном поражении наблюдалось неполное прилегание балок стента к стенке артерии, что в дальнейшем могло приводить к возникновению роста неоинтимальной ткани и, как следствие, рестенозу. Также стоит отметить, что во всех случаях рестеноза постдилатация непосредственно после стентирования не проводилась. Если говорить о длине и диаметре имплантированного стента, то различия в увеличении частоты возникновения рестеноза в среднеотдаленном периоде не отмечалось (диаграмма 2).

Во всех случаях при обнаружении рестеноза выполнялась баллонная дилатация с последующей установкой стента с лекар-

**Диаграмма 2.** Рестеноз после стентирования BVS Absorb в среднеотдаленном периоде в зависимости от размера стента.



**Диаграмма 3.** Частота возникновения рестеноза в зависимости от морфологических особенностей зоны имплантации в разные сроки наблюдения (6 и 35 мес).



**Диаграмма 4.** Рестеноз после стентирования BVS Absorb в среднеотдаленном и отдаленном периодах в зависимости от размера стента.

ственным покрытием с удовлетворительным непосредственным результатом.

На сроке в среднем через  $35 \pm 2,2$  мес было проведено повторное контрольное обследование у 46 (86,8%) пациентов с установленными ранее 97 (94,2%) стентами. Контроль на данном сроке включал селективную коронарографию, а при отсутствии

клинических проявлений стенокардии или отказе пациента от госпитализации выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). По полученным данным обследования удовлетворительный результат отмечен в 88,7% случаев. Рестеноз был выявлен в 11 (11,3%) стентах, в том числе в одном случае окклюзия. Во всех случаях была выполнена баллонная дилатация с последующей установкой стента с лекарственным покрытием с удовлетворительным непосредственным результатом. Проведенный сравнительный анализ зависимости частоты рестенозов от морфологических особенностей атероматозной бляшки показал тенденцию к увеличению частоты рестеноза в бляшках с большим содержанием липидного ядра, а также в группе с умеренным кальцинозом, как показано на диаграмме 3.

Стоит отметить, что во всех случаях рестеноза в ранее имплантированных стентах постдилатация не проводилась. Динамика роста начинает прослеживаться в отношении размера имплантированных стентов. К трем годам наблюдения видна тенденция к увеличению развития рестеноза в стентах с меньшим диаметром, но большей длиной в сравнении с 6-месячными результатами (диаграмма 4).

### Обсуждение

ОКТ является необязательной, но очень важной и крайне целесообразной частью процедуры коронарного стентирования, в частности при имплантации биодеградируемых стентов. В полной мере это касается и биодеградируемых стентов Absorb, несмотря на то что на основании результатов исследований Absorb III–IV использование этих стентов в настоящее время ограничено, вплоть до полного запрета в некоторых странах. Тем не менее, на наш взгляд, представляется крайне важным тщательное изучение ближайших и отдаленных результатов стентирования стентами Absorb, всех их позитивных и негативных сторон с тем, чтобы их учитывать при создании новых биодеградируемых коронарных стентов. Только так, учитывая все недостатки прошлых образцов, можно будет создавать наиболее оптимальные модели современных каркасов. Вместе с тем на результаты стентирования биорезорбируемыми стентами важное влияние оказывает состояние стенок сосудов в месте имплантации стентов. В значительной степени это касается размеров и состава

ва атеросклеротических бляшек, в контакт с которыми входят стенты. Изучение стенок сосудов и вообще окружающей среды, в которой оказывается стент, является крайне важным для конечного результата стентирования биodeградируемыми стентами. Для этих целей наиболее оптимальным является метод ОКТ ввиду высокой разрешающей способности, который может достоверно оценить морфологический состав бляшки, протяженность поражения и референтные диаметры сосуда. К примеру, из пилотного исследования J.L.Gutiérrez-Chico и соавт. следует, что при имплантации биodeградируемых стентов под контролем ОКТ и выборе морфологически правильной локализации поражения в среднеотдаленном периоде в 90,2% случаев наблюдается хороший результат (16).

Проведенное нами ОКТ-исследование показало, что биodeградируемые стенты Absorb чаще подвержены in-stent стенозу в отдаленные сроки в тех случаях, когда установлены в сосуды с атеросклеротическими бляшками с большим содержанием липидов и с признаками умеренного кальциноза. Значительно реже in-stent стеноз наблюдали в тех случаях, когда имплантация происходила в сосуд с бляшками смешанного генеза в области имплантации.

Следует также отметить, что непосредственно при имплантации биodeградируемых каркасов Absorb также крайне важна, помимо ангиографического контроля, внутрисосудистая визуализация. Проведенное нами исследование показало, что в большинстве случаев при ОКТ-контроле было выявлено неполное расправление стентов, что потребовало выполнения постдилатации баллоном высокого давления. У этих пациентов впоследствии наблюдали удовлетворительный отдаленный результат стентирования. О положительном эффекте использования ОКТ при имплантации биорезорбируемых стентов говорится в исследовании Jарап (17), в котором показана тенденция положительного влияния внутрисосудистой визуализации на отдаленные

результаты. V. Flore и соавт. (18) указывают на необходимость рутинного использования ОКТ при имплантации биodeградируемых стентов.

Таким образом, проведенное исследование согласуется с мнением ряда авторов в том, что использование ОКТ при имплантации биodeградируемых стентов способствует улучшению как ближайших, так и отдаленных результатов стентирования. Следовательно, процедура ОКТ эффективна и безопасна. Использование ОКТ до ЭВП с целью определения морфологии, диаметра и протяженности поражения, а также после ЭВП для контроля прилегания балок стента к стенкам артерий следует считать необходимой частью стентирования венечных артерий для достижения оптимальных отдаленных результатов при использовании биodeградируемых каркасов.

### Заключение

Проведенное исследование показало, что в случаях, когда биорезорбируемый стент имплантировали в область смешанной или фиброзной бляшки и при этом в обязательном порядке выполняли постдилатацию баллоном высокого давления, в отдаленном периоде (3 года) наблюдали удовлетворительный результат в 88,7% случаев. Таким образом, по нашему мнению, несмотря на то что визуализация не входит в I класс рекомендаций по реваскуляризации миокарда, ее применение существенно улучшает отдаленные результаты при использовании стентов с полимерной основой. Следовательно, можно считать, что при установке стентов с полимерной основой применение визуализации становится необходимым по следующим причинам: если в случаях имплантации рентгеноконтрастных стентов из различных металлов стандартная высокоимпульсная флюороскопия без труда позволяет выявить недостатки в расправлении протеза, то для полимерных стентов такая методика просто не доступна. В связи с этим ОКТ необходима при имплантации стентов на полимерной основе.

## Introduction

Currently, coronary artery stenting, especially with drug-eluting stents, is the most effective treatment for patients with coronary artery disease (CAD). However, it should be taken into account, that the stent, remaining in the vascular bed as a “foreign body” throughout the patient’s life, constantly affects the vessel intima, which at some point can be a trigger for certain negative processes in the body acting against the stent itself (1). Due to this fact, the researchers have developed and introduced into clinical practice totally biodegradable stents, which are gradually eliminated after fulfilling their main function, thereby leaving no substrate for a further inflammatory response. The authors believe that the cause of local inflammatory process will disappear together with the stent resorption, and, as a result, vasomotor and endothelial functions of the coronary arteries will be completely restored (2, 3). An additional advantage of biodegradable stents lies in the fact that after their resorption, adequate visualization of the vessel at the stenting site restores, and it also become possible to perform distal shunting in this part of the vessel, if necessary (4).

The BVS ABSORB stent (BVS, Absorb, Abbott Vascular, Santa Clara, CA) is one of the earliest and best-known serial biodegradable scaffolds. The ABSORB stent design was based on the Xience stent produced by Abbott Vasc., CA USA. The BVS ABSORB is made of poly-L-lactic acid (PLLA), with radiopaque platinum markers to facilitate positioning and everolimus-containing polymer poly(D,L-lactide) (PDLLA) coating. For many years, this stent has been used in clinical practice quite successfully, however, several large studies revealed that using BVS ABSORB was associated with an increased risk of severe coronary complications (in particular, thrombosis). The main causes of thrombosis included: incomplete coverage of the affected area of the artery with the stent struts and insufficient expansion of the stent, resulting in the incomplete stent apposition to the vessel wall (5). Due to the high rate of BVS ABSORB-associated serious complications, National Food and Drug Administration (FDA) prohibit the use of BVS ABSORB in the United States. However, it is still used in some European countries. Studies showed, that insufficient information about the initial anatomical condition of the vessel wall was one of the main causes of unsatisfactory outcomes when using biode-

gradable stents. Despite the high informativeness of selective coronary angiography, this method is not very informative in relation to the morphological condition of the coronary vessel wall and the atherosclerotic plaque composition. Selective coronary angiography is even less capable of generating a three-dimensional image of the coronary bed (6). Meanwhile, such information is extremely important for achieving optimal outcomes of coronary artery stenting in general and bioresorbable stenting in particular. However, the advent of optical coherence tomography (OCT) has allowed clinicians to significantly expand the opportunities of studying pathophysiology and pathomorphology of both coronary arteries and atherosclerotic lesions of the coronary bed. Due to deep penetration into tissues and high spatial resolution, OCT allows to examine those structures of the coronary bed that were beyond the reach of selective coronary angiography (7). It should be especially noted that, owing to OCT, high-precision differentiation of the morphological composition of atherosclerotic plaques (lipid, fibrous, with calcium inclusions, etc.) and formations inside the vessel lumen (red or white thrombus) became possible. OCT also allows to control the adequacy of stent implantation immediately after procedure: correct positioning of the stent and completeness of its deployment, stent apposition to the vessel wall, stent symmetry index, plaque protrusion, edge dissection of the intima, etc. (8, 9).

In this regard, researchers decided to more widely and thoroughly use intravascular imaging for detailed examination of the coronary bed structures, lesion morphology, and coronary artery sizes to optimize the conditions for an implanting scaffold. This goes for all types of stents, including bioresorbable ones. In this regard, the ABSORB Japan study (10, 11) is of particular interest. In this study, the authors, using OCT, found that in most cases, unsatisfactory stenting outcomes were attributed exactly to technical errors during the manipulation. Meanwhile, the use of OCT before the endovascular procedure, which allows to assess condition of the vessel wall and plaque morphology, can significantly optimize the stent placement. This is especially important when implanting stents of non-standard sizes – of small caliber or of extra-large diameter. During the actual procedure of stent implantation, OCT makes it possible to determine the need for additional post-dilation with a high-pressure bal-

loon in order to optimize stenting outcomes, even when the results of the procedure looked quite satisfactory according to selective coronary angiography (12). Therefore, the use of OCT before and after implantation of bioresorbable stents to assess target segments of the artery is of vital practical significance (13, 14).

Despite the prohibition of the widespread use of BVS ABSORB stents, using of other bioresorbable coronary stents in clinical practice is very promising. Hence, we considered it appropriate to study outcomes of stenting with ABSORB bioresorbable stents, using the OCT method for assessment, which will provide a more thorough evaluation both the positive and negative aspects of this type of stents. This may contribute to further development of more advanced stents, that do not have the disadvantages inherent in BVS ABSORB. At the same time, such studies will help to determine the true value of OCT in evaluating stenting outcomes in general and bioresorbable stenting outcomes in particular.

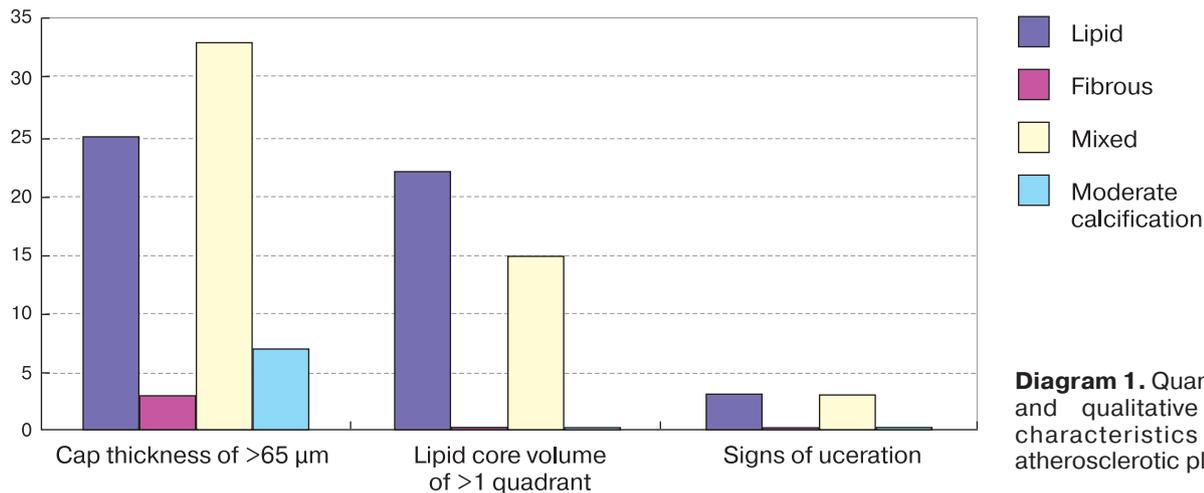
### **Clinical characteristics of patients, diagnostic and treatment methods, and results of the study**

From June 2014 to December 2015, at the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of Sechenov First Moscow State Medical University, 105 BVS Absorb stents were implanted to patients with chronic CAD. All of these patients underwent intravascular imaging of the target coronary arteries by OCT immediately prior to the endovascular procedure. Briefly describing OCT, it should be noted, that it is based on the measuring the delay of a light beam reflected from the tissue of interest (7). In modern OCT devices, the radiation source is a broadband superluminescent laser light-emitting diode (LED), and the light beam emitted by LED is delivered to the area of interest via a fiber optic cable (catheter). During the scanning, the light impulse is divided into two parts, one of which (control) is reflected from a special mirror located in the sensor, and the second (main) is reflected from the object under study. Then, the device sums up the data of these two signals, using a complex mathematical algorithm. As a result, the interference effect occurs and a scan of the area under study is formed. The optical homogeneity is the main requirement for generating a high-quality image, which is achieved by introducing a contrast agent both into the sensor system, where the mirror is located, and into

the vessel lumen to purge blood. OCT is valuable both for diagnostics, supplementing angiography data with important and reliable information, and for monitoring the performed treatment procedure (8, 9).

So, 103 lesions in the target coronary arteries were examined in detail with the OCT method. Qualitative and quantitative assessments of the obtained data in relation to the atherosclerotic plaque composition (lipid, fibrous, mixed or calcified), fibrous cap thickness, necrotic core volume (if any), and signs and degree of plaque ulceration were performed. The morphological evaluation of the coronary arteries was based on the optical characteristics of "attenuation" on the vessel wall layers. Here, the following characteristics of the coronary artery wall were taken in the account: an unchanged artery wall has a three-layer structure with a thickness of  $\leq 1.2$  mm. The optical characteristics of different layers of the muscular arterial wall are not identical. The intima is represented by a bright high-intensity signal, the tunica media – by a homogeneous low-intensity signal, and the adventitia – by a heterogeneous high-intensity signal. In case of changes in the architectonics described above or focal thickening of the intima, various types of vascular wall defects should be assumed. For example, OCT data showing a relatively homogeneous area with an intensive signal may indicate the presence of a fibrous plaque, while the fibrous capsule-covered lipid core is visualized as a homogeneous area of a weak signal with blurred boundaries, and calcium inclusions are detected as heterogeneous zones of a weak signal with well-defined boundaries.

So, using the above characteristics of coronary artery wall lesions, we analyzed all data for 103 affected parts of the coronary arteries. At the first stage, we studied in detail not only the morphological, but also the qualitative and quantitative composition of the atherosclerotic plaques. Using OCT scans, we calculated the plaque cap thickness and lipid core volume (if any). Signs of ulceration were also assessed. It should be noted that the normal thickness of the plaque cap is 65  $\mu\text{m}$ , and conglomerations of lipid nuclei occupying more than 1 quadrant mean that the atherosclerotic plaque is rich in lipids. Depending on the morphological status, the plaques were divided into four groups: fibrous, lipid, mixed, and with signs of moderate calcification. In most cases (50.5%), mixed lipid-fibrous atherosclerotic plaques, in which lipids predominated, were observed. In 26.3%,



**Diagram 1.** Quantitative and qualitative OCT-characteristics of atherosclerotic plaques.

**Table 1.** Comparison of the coronary artery lengths measured by selective coronary angiography and OCT

	Affected area length, mm		p	OR (95% CI)
	<20	>20		
Angiogram	52 (50.5%)	51 (49.5%)	<0.001*	5.5 (2.9–10.7)
OCT scan	16 (15.5%)	87 (84.5%)		

\* – differences are statistically significant (p < 0.05).

atherosclerotic plaques consisted of lipids; in 16.5%, plaques were fibrous. Moderate calcification was noted in 6.7% of the cases. It should be noted, that vessels with calcification areas were assigned into a separate group, although they could be classed as a mixed type.

During the study, we calculated the plaque cap thickness and lipid core volume (if any) and also evaluated the severity of ulceration depending on the morphological type of the atherosclerotic plaques (Diagram 1).

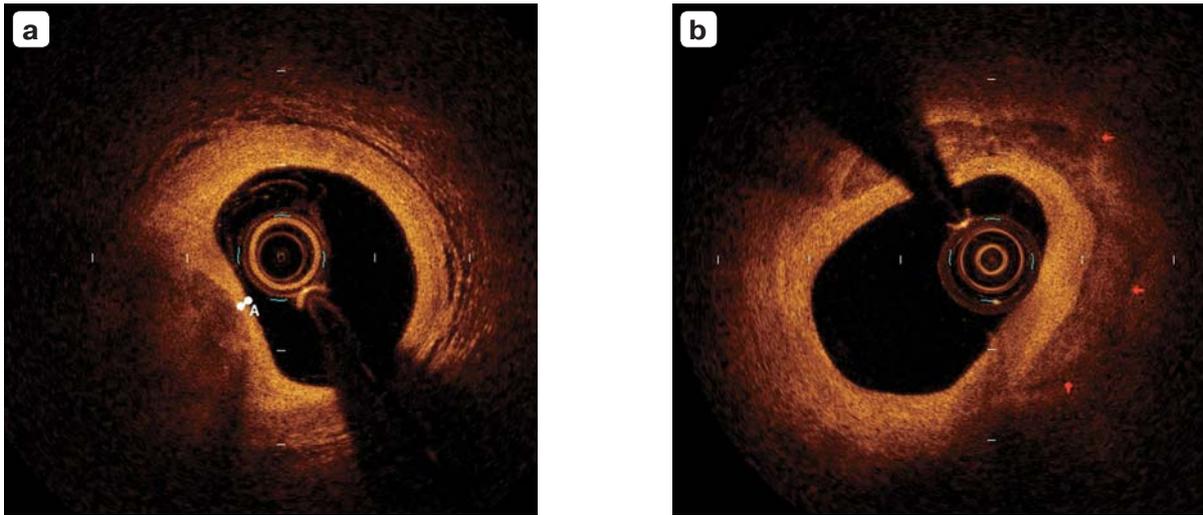
As can be seen from Diagram 1, the cap thickness of > 65 μm was more frequently observed in lipid plaques, mixed plaques and in moderately calcified plaques. A large conglomerations of lipid core was more common in lipid and mixed plaques. These indices are extremely important, since it is known that lipid-rich atherosclerotic plaques with a very thick cap and fibrous plaques with a cap thickness of < 65 μm indicate an increased risk of adverse events, including acute myocardial infarction (AMI) (15). It should also be remembered that, when there are signs of ulceration, delayed medical care can lead to major cardiac events.

At the second stage, we measured by means of OCT the artery diameter directly in the target areas before and after stenosis and determined the length of the stenotic part using longitudinal reconstruction. Coronary angiography is not always capable to accurately determine the le-

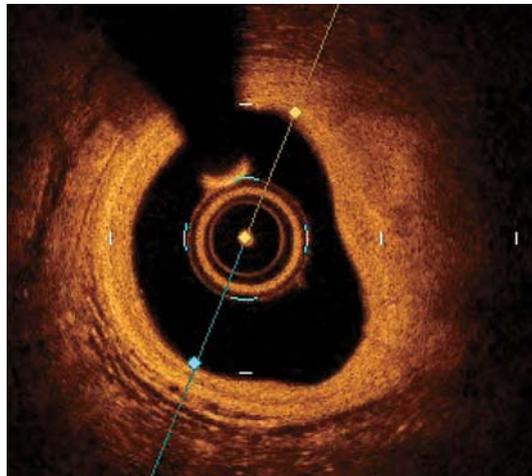
sion extent and artery diameter. Meanwhile, a properly sized and correctly implanted stent is critical for both immediate and long-term outcomes. We compared coronary QCA data with OCT data in terms of quantification of the affected segments of the coronary arteries. As can be seen from Table 1, there is a significant difference in the affected area lengths based on angiography and OCT data of 49.5% and 84.5%, respectively. The probability of correct assessment of the extent of coronary artery stenosis with OCT data is 5.5 times higher than with QCA data (95% CI: 2.9–10.7). Comparison of the reference arterial diameter data obtained by coronary angiography and OCT also showed statistically significant differences (p = 0.002), indicating that OCT provides more accurate and reliable data on certain parameters of the coronary vessel size (Table 2).

**Table 2.** Comparison of the angiograms and OCT scans of the affected segments of coronary arteries by the reference diameter of the artery

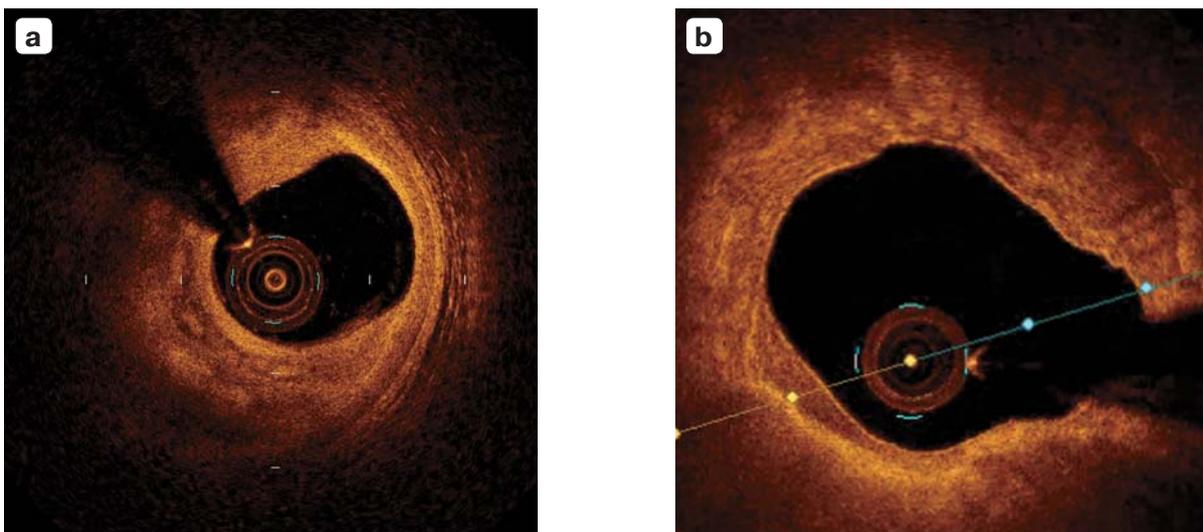
Reference artery diameter, mm	Imaging		p
	Angiogram	OCT scan	
2.5	39 (37.9%)	19 (18.4%)	= 0.002
3	44 (42.7%)	47 (45.6%)	p <sub>1-2</sub> = 0.035
3.5	20 (19.4%)	37 (36%)	p <sub>1-3</sub> = 0.002



**Fig. 1.** Lipid plaque with thick cap. **a** – plaque volume is about 1 quadrant, **b** – plaque volume is 3 quadrants.



**Fig. 2.** Fibrous plaque with thin cap.



**Fig. 3.** Atherosclerotic plaques of mixed type. **a** – macrophages cluster, **b** – calcium inclusions.

The OCT data on the studied atherosclerotic plaques with various composition are summarized below. Fig. 1 shows a lipid plaque with a thick cap (a) and a lipid core occupying 3 quadrants (b). Fig. 2 shows a fibrous plaque with a thin cap. A mixed atherosclerotic plaque with a macrophage cluster (a) and with a calcium inclusion (b) is shown in Fig. 3.

**Statistical Processing of the Results.** For statistical processing of the results, SPSS Statistics 26.0 was used. Comparative analysis of independent categorical variables was performed with Pearson's  $\chi^2$  test (including post-hoc analysis) or Fisher's exact test. The nominal measure is presented as an absolute number of observations; the feature percentages are given by subgroups. In all statistical analyses, the significance level was taken as  $p < 0.05$ .

**Results**

In each case of BVS ABSORB stent implantation (totally 105 stents), qualitative and quantitative OCT data on the affected areas of the coronary arteries were taken into account. In all cases of implantation, a satisfactory immediate angiographic outcome was achieved. The implantation technique included: in 100% of cases, pre-dilation was performed to prepare the artery for implantation. In those cases where optimal outcomes were not achieved after stent implantation, post-dilation of the stented part was performed with a high-pressure balloon.

A total of 105 BVS ABSORB stents were implanted into the affected segments. OCT immediately after stenting was performed in 72 (68.6%) cases. OCT data revealed incomplete apposition of the stent struts to the vessel wall in 69 (95.3%) cases. To achieve an optimal result in these cases, post-dilation with a high-pressure balloon was performed with a satisfactory outcome. The main reason for no OCT examination in the remaining patients was a high risk of contrast-induced nephropathy caused by high contrast load.

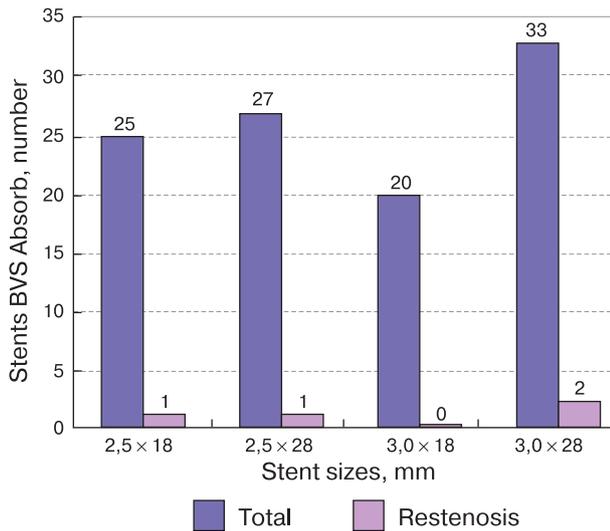
All 53 patients with 105 stents underwent a follow-up examination (in  $6.42 \pm 2.2$  months on average). Selective coronary angiography was mandatory in all cases. Satisfactory outcomes of stenting were observed in 95.2% of cases. OCT was performed for 98 (93.3%) previously implanted stents. According to OCT data, complete endothelialization was seen in 46 stents, partial – in 52 stents. Malposition or partial reabsorption of stents was observed in no cases. In-stent stenosis was detected in 5 cases (4.8%). QCA and OCT follow-up data were compared with corresponding baseline data (before stenting). Table 3 shows that the best outcomes of stenting were achieved in the stented coronary artery segments that contained mixed plaques. In lipid plaques with large lipid cores, in fibrous plaques, and in lesions with moderate calcification, the restenosis risk increased (3, 1, 1%, respectively). This is likely to be attributed to the fact that post-stenting protrusion was noted when the initial lesion, according to OCT data, had a large lipid core, while with fibrous plaques and calcified lesions, incomplete apposition of the stent struts to the artery wall was observed, which could later lead to neointimal tissue growth and, as a consequence, to restenosis. In addition, it is noteworthy that, in all restenosis cases, no post-dilation was performed immediately after stenting. As for the length and diameter of the implanted stent, there were no differences in the restenosis incidence in the mid-term period (Diagram 2).

In all cases of detected restenosis, balloon dilatation was performed followed by implantation of a drug-eluting stent with a satisfactory immediate outcome.

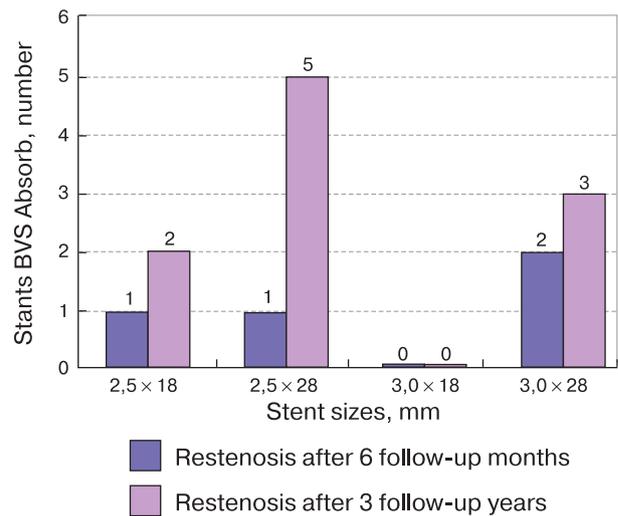
After  $35 \pm 2.2$  months on average, a follow-up examination was done in 46 patients (86.8%) with 97 previously implanted stents (94.2%). Examination at this timepoint included selective coronary angiography; if there were no clinical manifestations of angina pectoris, or if the pa-

**Table 3.** Mid-term outcome of stenting depending on the morphological features of the implantation area according to OCT data

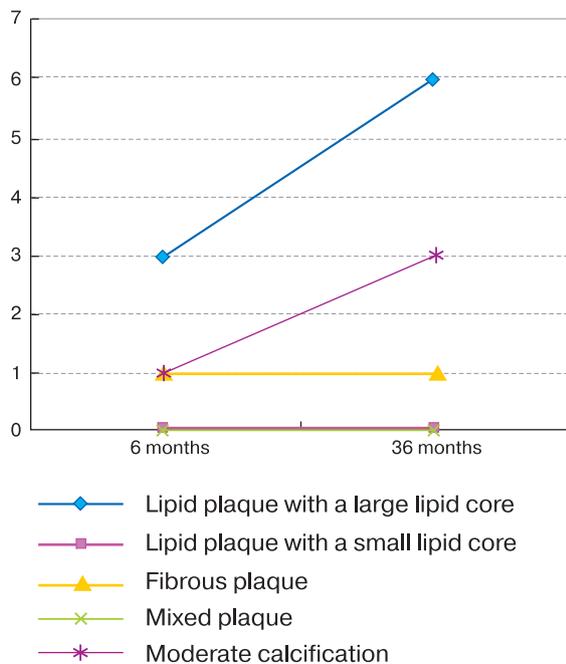
Morphological definition of the plaque type	Number of affected parts of the artery subjected to BVS ABSORB stenting, n	Restenosis in 6 months after stenting, %	p
Lipid:			0.09
large lipid core	22	3 (3.0%)	
small lipid core	7	0 (0%)	
Fibrous:	16	1 (1%)	
mixed	51	0 (0%)	
moderate calcification	7	1 (1)	



**Diagram 2.** Restenosis after stenting with BVS Absorb in the mid-term period depending on the stent size.



**Diagram 4.** Restenosis after stenting with BVS Absorb in the mid-term and long-term periods depending on the stent size.



**Diagram 3.** Restenosis incidence rate depending on the morphological characteristics of the implantation zone at different follow-up timepoints (6 months and 35 months).

tient refused to be hospitalized, multislice computed tomography (MSCT) was performed. Examination showed satisfactory outcomes in 88.7% of cases. Restenosis was detected in 11 stents (11.3%), including occlusion in 1 case. In all cases, balloon dilatation was performed followed by placement of a drug-eluting stent with a satisfactory immediate outcome. Comparative analysis of relationship between the restenosis incidence rate and morphologi-

cal features of the atheromatous plaque showed a tendency to increase the restenosis incidence for plaques with large lipid cores as well as for those with moderate calcification, as Diagram 3 illustrates.

It should be noted that no post-dilation was performed in any cases of restenosis in previously implanted stents. The upward dynamics begin to be seen in relation to the size of implanted stents. By 3 years of follow-up, there is a tendency to increased incidence of restenosis in stents of smaller diameter, but of a bigger length, in comparison with 6-month outcomes (Diagram 4).

## Discussion

Optical coherence tomography is an optional, but very important and highly reasonable part of the coronary stenting procedure, in particular when it comes to the implantation of biodegradable stents. This fully applies to biodegradable ABSORB stents too, despite the fact that, based on results of ABSORB III-IV studies, the use of these stents is currently limited, up to a complete prohibition in some countries. Nevertheless, in our opinion, thorough studying of both immediate and long-term outcomes of ABSORB stenting is extremely important, with all their positive and negative aspects, in order to be taken into consideration during development of new biodegradable coronary stents. Only in this way, with due account for all disadvantages of earlier models, it will be possible to design the most optimal state-of-art scaffolds. At the same time, the bioresorbable stenting

outcomes are greatly influenced by vessel wall condition at the stent implantation site. This to a large extent concerns the size and composition of atherosclerotic plaques that stents come into contact with. Examination of vascular walls and the general environment, in which the stent is located, is extremely important for final outcome of biodegradable stenting. For these purposes, OCT is the most optimal method; due to its high resolution, it can reliably assess the morphological composition of a plaque, lesion extent, and reference diameters of a vessel. For example, a pilot study conducted by J.L. Gutiérrez-Chico et al. demonstrated, that implantation of biodegradable stents under OCT control and selection the morphologically correct localization of the lesion lead to good outcomes in 90.2% of cases in the mid-term period (16).

Our OCT study demonstrated that biodegradable ABSORB stents were more likely subjected to in-stent stenosis in late periods when they were implanted into the vessels with atherosclerotic high-lipid plaques or plaques with signs of moderate calcification. In-stent stenosis was much less frequent when implantation performed into vessels with mixed plaques at the implantation location.

It should be noted that, in addition to angiographic monitoring, intravascular imaging is also extremely important during the implantation of ABSORB biodegradable scaffolds. Our study showed that, in most cases, OCT detected incomplete expansion of the stents, which required post-dilation with a high-pressure balloon. Satisfactory long-term outcomes of stenting were subsequently observed in these patients. The favorable effect of using OCT during the implantation of bioresorbable stents is re-

ported by Japan study (17), which shows a positive trend in the effect of intravascular imaging on long-term outcomes. V. Flore et al. (18) indicated the need for routine OCT monitoring upon implantation of biodegradable stents.

Thus, this study is consistent with the opinions of a number of authors that using OCT upon implantation of biodegradable stents improves both immediate and long-term outcomes of stenting. Therefore, the OCT procedure is effective and safe. Performing OCT prior to endovascular procedure to determine the morphology, diameter and extent of a lesion, as well after EVP to control the apposition of the stent struts to the artery walls, should be considered a necessary part of coronary artery stenting with biodegradable scaffolds to achieve optimal long-term outcomes.

## Conclusions

The study showed that, when a biodegradable stent was implanted into the area of mixed or fibrous plaque with mandatory post-dilation with a high-pressure balloon, satisfactory long-term (at year 3) outcomes were achieved in 88.7% of cases. Thus, we think that, despite the fact that imaging is not included in class I recommendations for myocardial revascularization, it significantly improves long-term outcomes when polymer-based stents are used. Therefore, it can be concluded that, when polymer-based stents are implanted, visualization becomes necessary for the following reason: when implanting radiopaque stents made of various metals, standard high-pulse fluoroscopy can easily identify incomplete expansion of the stent, but this method is just not available for polymer stents. In this regard, OCT is necessary for implantation of polymer-based stents.

## Список литературы [References]

- Jiro A., Kengo T. Mechanisms of drug-eluting stent restenosis. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2021, 36 (1), 23–29. <http://doi.org/10.1007/s12928-020-00734-7>
- Yohei S., Yoshinobu O., Carlos C. et al. Bioresorbable Scaffold: The Emerging Reality and Future Directions. *Circ. Res.* 2017, 120 (8), 1341–1352. <http://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.310275>
- Daniel W.Y., Han W.T., Jaryl C.K. et al. Bioresorbable Polymeric Scaffold in Cardiovascular Applications. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21 (10), 3444. <http://doi.org/10.3390/ijms21103444>
- Belay T. Bioresorbable Scaffold-Based Controlled Drug Delivery for Restenosis. *J. Cardiovasc. Transl. Res.* 2019, 12 (3), 193–203. <http://doi.org/10.1007/s12265-018-9841-x>
- Yoshinobu O., Bernard C., Masafumi O. et al. Bioresorbable scaffolds versus everolimus-eluting metallic stents: five-year clinical outcomes of the randomised ABSORB II trial. *EuroIntervention.* 2020, 16 (11), e938–e941.
- Sato A. Coronary plaque imaging by coronary computed tomography angiography. *Wld J. Radiol.* 2014, 6 (5), 148–159. <http://doi.org/10.4329/wjr.v6.i5.148>
- Kazumasa K., Masanobu I., Nobuyasu Y. et al. Optical coherence tomography-guided percutaneous coronary intervention: a review of current clinical applications. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2021, 36 (2), 169–177. <http://doi.org/10.1007/s12928-020-00745-4>
- Мустафина И.А., Загидуллин Н.Ш., Павлов В.Н. и др. Оптическая когерентная томография в диагностике структуры коронарной бляшки. *Клиническая медицина.* 2017, 95 (8), 687–692. <http://dx.doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-8-687-692>

Mustafina I.A., Zagidullin N.Sh., Pavlov V.N., Ishmetov V Sh., Jia H., Hu S., Yu B. The use of optical

- coherent tomography for diagnostics of the coronary plaque structure. *Clinical Medicine (Russian Journal) = Klinicheskaia meditsina*. 2017, 95 (8), 687–692. <http://dx.doi.org/10.18821/0023-2149-2017-95-8-687-692> (In Russian)
9. Асадов Д.А. Сравнительная оценка методов внутрисосудистого ультразвука и оптической когерентной томографии при визуализации внутрисосудистых структур. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2014, 36, 42–47.  
Asadov D.A. Comparative Evaluation of the Methods of Intravascular Ultrasound (IVUS) and Optical Coherence Tomography (OCT) for Visualizing Intravascular Structures. *International journal of interventional cardiology*. 2014, 36, 42–47. (In Russian)
  10. Lorenz R., Yasushi U. Understanding the Bioresorbable Vascular Scaffold Achilles Heel: Insights From ABSORB Japan Serial Intracoronary Imaging. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020, 13 (1), 128–131. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.10.049>
  11. Kimura T., Kozuma K., Tanabe K. et al. ABSORB Japan Investigators. A randomized trial evaluating everolimus-eluting Absorb bioresorbable scaffolds vs. everolimus-eluting metallic stents in patients with coronary artery disease: ABSORB Japan. *Eur. Heart J.* 2015, 36, 3332–3342. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv435>
  12. Stefano A., Francesco G., Satoru M. et al. Bioresorbable Vascular Scaffold With Optimized Implantation Technique: Long-Term Outcomes From a Single-Center Experience. *J. Invasive Cardiol.* 2021, 33(2), E115–E122.
  13. Secco G.G., Verdoia M., Pistis G. et al. Optical coherence tomography guidance during bioresorbable vascular scaffold implantation. *J. Thorac. Dis.* 2017, 9 (Suppl. 9), S986–S993. <http://doi.org/10.21037/jtd.2017.07.111>
  14. Lee S.Y., Kang D.Y., Hong S.J. et al. Optical Coherence Tomography for Coronary Bioresorbable Vascular Scaffold Implantation: A Randomized Controlled Trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2020, 13, e008383. <http://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008383>
  15. Xing L., Higuma T., Wang Z. et al. Clinical significance of lipid-rich plaque detected by optical coherence tomography: a 4-year follow-up study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017, 69 (20), 2502–2513. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.556>
  16. Gutiérrez-Chico J.L., Cortés C., Schincariol M. et al. Implantation of bioresorbable scaffolds under guidance of optical coherence tomography: Feasibility and pilot clinical results of a systematic protocol. *Cardiol. J.* 2018, 25 (4), 443–458. <http://doi.org/10.5603/CJ.a2018.0055>
  17. Nishi T., Okada K., Kitahara H. et al. Intravascular ultrasound predictors of long-term outcomes following ABSORB bioresorbable scaffold implantation: A pooled analysis of the ABSORB III and ABSORB Japan trials. *J. Cardiol.* 2021, 78 (3), 224–229. <http://doi.org/10.1016/j.jcc.2021.03.005>
  18. Floré V., Brown A.J., Giblett J.P. et al. Clinical outcomes of bioresorbable vascular scaffolds implanted with routine versus selective optical coherence tomography guidance: results from a single-centre experience. *EuroIntervention.* 2019, 14 (17), 1776–1783. <http://doi.org/10.4244/EIJ-D-18-00262>

## Сведения об авторах [Authors info]

**Фоменко Виктория Владимировна** – врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению НПЦ интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2124-7929>

**Асадов Джамиль Арифович** – канд. мед. наук, доцент кафедры интервенционной кардиоангиологии, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению НПЦ интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>. E-mail: [asadov\\_djamil@mail.ru](mailto:asadov_djamil@mail.ru)

**Иоселиани Давид Георгиевич** – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой интервенционной кардиоангиологии, почетный директор НПЦ интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. ORCID:0000-0001-6425-7428. E-mail: [davidgi@mail.ru](mailto:davidgi@mail.ru)

\* **Адрес для переписки: Фоменко Виктория Владимировна** – e-mail: [fomenko-victoria90@mail.ru](mailto:fomenko-victoria90@mail.ru)

**Viktoria V. Fomenko** – physician specializing in radioendovascular diagnostics and treatment of the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2124-7929>

**Jamil A. Asadov** – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Interventional cardiology, specialist in X-ray endovascular diagnostics and treatment of the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>. E-mail: [asadov\\_djamil@mail.ru](mailto:asadov_djamil@mail.ru)

**David G. Iosseliani** – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Interventional Cardioangiology, Honored Director of the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6425-7428>. E-mail: [davidgi@mail.ru](mailto:davidgi@mail.ru)

\* **Address for correspondence: Viktoria V. Fomenko** – e-mail: [fomenko-victoria90@mail.ru](mailto:fomenko-victoria90@mail.ru)

**Статья получена** 1 декабря 2022 г.  
**Manuscript received** on December 1, 2022.

**Принята в печать** 4 февраля 2023 г.  
**Accepted for publication** on February 04, 2023.

## Эндоваскулярное и хирургическое лечение осложнений при постановке центральных венозных катетеров

С.А. Папоян<sup>1,2,3</sup>, Д.Г. Громов<sup>1,2</sup>, А.А. Щеголев<sup>2</sup>, К.С. Асатуриян<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ города Москвы "Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова" Минздрава России, Москва, Россия

<sup>3</sup> ГБУ "Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия

**Цель исследования:** улучшение качества лечения пациентов, у которых развились те или иные осложнения при постановке центрального венозного катетера.

**Обоснование.** В статье приводятся несколько клинических случаев лечения осложнений при постановке центральных венозных катетеров у тяжелых реанимационных пациентов.

**Методы.** Пациентам с подозрением на продолжающееся кровотечение из области ранее установленного центрального венозного катетера был выполнен ряд исследований, таких как ультразвуковое дуплексное сканирование, компьютерная томография с ангиографией и прямая ангиография бедренных артерий. Были использованы и хирургические, и эндоваскулярные методы лечения. Материалы, используемые при эмболизации, включали в себя в основном различные спирали, а из эндоваскулярных доступов были использованы контралатеральный бедренный, плечевой и педальный.

**Результаты.** Технический успех выполненных вмешательств был 100%, однако из-за тяжелых основных заболеваний и осложнений пациенты погибли в течение 2 нед после проведения хирургических и эндоваскулярных вмешательств. В среднем пациенты провели в стационаре 1 мес.

**Обсуждение.** Технологические достижения в конструкции устройств венозного доступа и новые возможности визуализации за последние три десятилетия значительно повысили частоту успешных постановок центральных венозных катетеров и снизили количество осложнений. Таким образом, количество осложнений можно намного уменьшить, если пункцию центральной вены проводить под ультразвуковым контролем.

**Ключевые слова:** осложнения, эмболизация, центральный венозный катетер, катетеризация

## Endovascular and surgical treatment of complications associated with the placement of central venous catheters

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

<sup>1</sup> Moscow State Budgetary Healthcare Institution F.I. Inozemtsev Moscow Municipal Clinical Hospital of the Moscow Healthcare Department, 1 Fotrunatovskaya str., 105187 Moscow, Russia

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov of the Russian Ministry of Health; 1 Ostrovityanova str., 117997, Moscow, Russia

<sup>3</sup> State Budgetary Institution Research Institute of the Healthcare Organization and Medical Management of the Moscow Healthcare Department; 30 Bol'shaya Tatarskaya str., 115184 Moscow, Russia

**Objective:** To improve the quality of treatment of patients who have developed certain complications during the placement of a central venous catheter.

**Background.** The authors present several clinical cases of the treatment of complications developed during the placement of central venous catheters in critically ill patients.

**Methods.** Patients with suspected continuing bleeding from the site of previously placed central venous catheter, underwent a number of examinations, such as duplex ultrasound, computed tomography with angiography, and direct angiography of the femoral arteries. Both surgical and endovascular methods of treatment have been used. The materials used for embolization included mainly various coils, and among endovascular approaches, contralateral femoral, brachial, and pedal approaches were used.

**Results.** The technical success of the performed interventions was 100%, however, due to severe underlying diseases and complications, the patients died within 2 weeks after surgical and endovascular interventions. The average duration of hospital stay was 1 month.

**Discussion.** Over the past three decades, technological advances in the design of venous access devices and new imaging facilities have significantly increased the success rate of central venous catheter placement and reduced number of complications. Thus, the number of complications can be greatly reduced if the central vein puncture is performed under ultrasound guidance.

**Keywords:** complications, embolization, central venous catheter, catheterization

## Краткий тезис

В статье приведено несколько клинических случаев, связанных с ранними осложнениями, в частности повреждениями артерий и развитием гематомы после установки центрального венозного катетера в бедренную вену. Были использованы и хирургические, и эндоваскулярные методы лечения. Учитывая тяжесть состояния пациентов, эмболизация была предпочтительнее. Возможные осложнения пункции в основном не фатальны сами по себе. Кровотечение можно остановить разными способами: компрессией, открытым ушиванием, эндоваскулярной эмболизацией. Но поскольку пациенты уже в тяжелом состоянии, они достаточно уязвимы, и любое инвазивное вмешательство намного увеличивает риски летального исхода.

Центральные венозные катетеры (ЦВК) – это внутрисосудистые устройства, используемые у пациентов, которым проводится внутривенная терапия, такая как химиотерапия, парентеральное питание, переливание крови и восполнение жидкости (1). Они позволяют измерять гемодинамические параметры, которые не могут быть точно измерены неинвазивными методами (2–4). Начиная с 1980-х годов использование ЦВК значительно облегчило лечение тяжелых пациентов и улучшило качество жизни самих пациентов, позволяя избежать повторных пункций подкожных вен, сопровождающихся болью и психологической травмой (5).

Однако и этот метод имеет осложнения, такие как артериальная пункция, пневмогемоторакс, неправильное положение и воздушная эмболия (6).

Некоторые исследования показали, что установка ЦВК под ультразвуковым контролем снижает количество осложнений (7).

Наиболее распространенным способом классификации осложнений является время. Ранние осложнения возникают между временем установки и до первого использования катетера. Поздние осложнения возникают в последующем периоде (8).

Из ранних осложнений следует назвать повреждение артерии, артериовенозные фистулы и псевдоаневризмы, пневмоторакс и пневмомедиастинум, хилоторакс (хилоперикард), кровотечение (гематома), аритмии, воздушную эмболию, повреждение центральных вен или правого предсердия, повреждение нервов, мальпозицию ЦВК (5).

Поздние осложнения катетеризации центральных вен подразделяют на 3 большие группы: катетер-ассоциированные инфекции, катетер-ассоциированные тромбозы и механические осложнения, приводящие к нарушению работы катетера. К механическим осложнениям относятся: фибриновые “чехлы”, закрывающие отверстие на конце ЦВК; перегибы и нарушения целостности катетера; неправильное положение или смещение катетера; прилегание или приращение конца катетера к стенке сосуда или предсердия (9).

Пункции артерии при катетеризации обычно бессимптомны, но около 30% из них могут иметь проявления в виде гематомы при массивном кровотечении, а также неврологических нарушений в результате эмболизации и тромбоза при поздней диагностике (10).

Несмотря на то что использование ультразвукового контроля значительно снизило частоту повреждения артерий, пункции артерии до сих пор случаются с частотой менее 1% вследствие недостатка опыта оператора, сложной анатомии вен и трудностей, связанных с размером тела пациента.

Артериальная пункция встречается в 4,2–9,3% случаев установки катетеров и часто легко распознается вследствие пульсирующего кровотока, но распознавание может быть затруднено у пациентов с гипотонией и в критическом состоянии (11, 12).

Повреждение артерий чаще всего происходит при установке бедренного катетера и реже всего при установке подключичного катетера (6).

В случае непреднамеренной установки артериального катетера, оставления катетера на месте и немедленного удаления под давлением каждый из них имеет отдельный риск. Продолжительная артериальная катетеризация может привести к тромбозу, неврологическому дефициту и инсульту. Немедленное удаление артериального катетера может привести к неконтролируемому кровотечению, псевдоаневризме и образованию артериовенозной (АВ) фистулы; особенно у пациентов, которые лечатся антикоагулянтами или антиагрегантами (11).

АВ-фистулы можно лечить с помощью эмболизации, а псевдоаневризмы с помощью компрессии или установки тромбина под визуальным контролем или также эмболизацией с помощью различных спиралей. В некоторых случаях требуется открытое хирургическое вмешательство, например фистулы между сонной артерией и внутренней яремной веной, которые не сразу распознаются и увеличиваются с течением времени. Попытка их эмболизации, техника, которая может быть довольно сложной при высоком артериальном давлении, может привести к катастрофическим последствиям. К счастью, хирургическое вмешательство требуется редко (9).

Образование гематомы часто не опасно для жизни, но плевральная полость и средостение являются потенциальными местами, где может возникнуть гематома. Однако такие скопления жидкости могут быть значительными источниками инфекции у пациентов в критическом состоянии и могут прогрессировать до образования абсцесса. Скопление крови в этих пространствах приводит к гемотораксу и гемомедиастинуму и может потребовать хирургического вмешательства для дренирования под визуальным контролем (например, компьютерной томографии (КТ)). Кровотечение, связанное с установкой катетера, может возникать у пациентов с коагулопатиями и часто может контролироваться давлением на место введения (12).

Компрессионные места доступа, такие как катетеризация внутренней яремной или бедренной вены, предпочтительнее, если есть опасения по поводу коагулопатии (10).

Сообщалось об образовании гематомы в 4,7% всех случаев катетеризации (12).

## Методы

Пациентам с подозрением на продолжающееся кровотечение из области ранее установленного ЦВК был выполнен ряд исследований, таких как ультразвуковое дуплексное сканирование, КТ с ангиографией и прямая ангиография бедренных артерий. Были использованы и хирургические, и эндоваскулярные методы лечения. Как нам известно, целью эмболизации является получение окклюзии или уменьшения тока крови посредством эндоваскулярного применения различных агентов или материалов.

Материалы, используемые при эмболизации, включали в основном различные спирали, а из эндоваскулярных доступов были использованы контралатеральный бедренный, плечевой и педальный.

За последние десятилетия эндоваскулярная эмболизация нашла все более широкое применение из-за сочетания тенденции к консервативным протоколам лечения, достижений в катетерной технологии, внедрения новых эмболизирующих агентов и улучшения цифровой визуализации (13, 14).

## Клиническое наблюдение 1

Пациентка 90 лет находилась на лечении в госпитале для пациентов с SARS-2 COVID-19 в реанимационном отделении. Из сопутствующих заболеваний последствия перенесенных острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) неизвестной давности, энцефалопатия сложного генеза (дисциркуляторно-дисметаболическо-гипоксического), декомпенсация на фоне основного заболевания, выраженные когнитивные нарушения, правосторонняя центральная гемиплегия, сгибательная контрактура правой верхней конечности, болезнь Паркинсона, смешанная форма, 3-я стадия по Хен-Яру, гипертоническая болезнь III стадии, риск ССО 4, пароксизмальная форма фибрилляции предсердий, пароксизм неуточненной давности (CHA2DS2 – VASc – 6б, HAS-BLED).

После установки ЦВК была выявлена постинъекционная гематома правого бедра.

Была наложена давящая повязка с последующим динамическим наблюдением. Однако отме-

чалась отрицательная динамика в виде нарастания объема гематомы, снижения уровня гемоглобина до 80 г/л. (По данным анализа крови тромбоциты  $164 \cdot 10^9/\text{л}$ , определение железа (Fe) 16,6 мкмоль/л)

Пациентка была переведена в стационар с наличием сосудистого центра.

При дообследовании уровень гемоглобина уже был 51 г/л. Инструментальные исследования УЗИ, КТ: в правой паховой области и верхней трети бедра определяется образование больших размеров –  $180 \times 76$  мм, гематома, уходящая на внутреннюю поверхность бедра и на наружную боковую поверхность (рис. 1).

После дообследования больная незамедлительно была направлена в операционную. Выполнена ревизия бедра, эвакуирована гематома. После эвакуации гематомы признаков активного кровотечения не было. При тщательной ревизии раны был установлен источник – дефект варикозно расширенной большой подкожной вены. Последняя была лигирована с прошиванием.

В послеоперационном периоде у больной сохранялось тяжелое состояние, и на 7-е сутки она умерла от синдрома полиорганной недостаточности, гнойно-инфекционных осложнений, сепсиса, водно-электролитных и метаболических нарушений, отека легких, отека головного мозга.

### Клиническое наблюдение 2

Пациент 32 лет поступил в реанимационное отделение в тяжелом состоянии с серией судорожных припадков. У пациента была хроническая

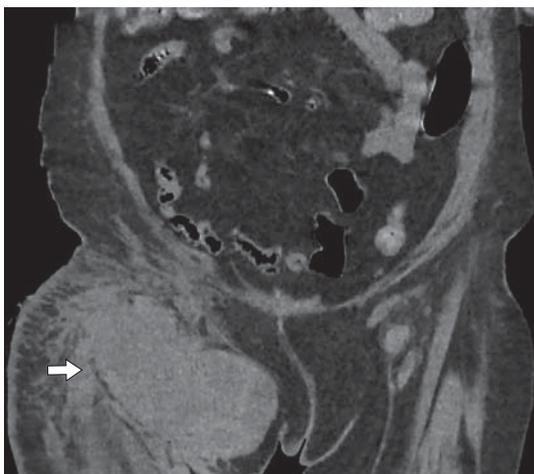
алкогольная интоксикация с полиорганным поражением: цирроз печени с цитолитическим синдромом, токсический гепатит, гастрит, панкреатит, нефропатия, а также ВИЧ-инфекция, которая была выявлена впервые.

Через сутки после установки ЦВК у пациента отмечалось появление гематомы в области правого бедра, снижение уровня гемоглобина с 102 до 67 г/л. По данным КТ признаки жирового гепатоза печени. Выраженный пневматоз кишечника, на видимом уровне: экстравазация контрастного препарата в правой лобковой области, в структуре гребенчатой мышцы, объемом до  $5 \text{ см}^3$  (рис. 2).

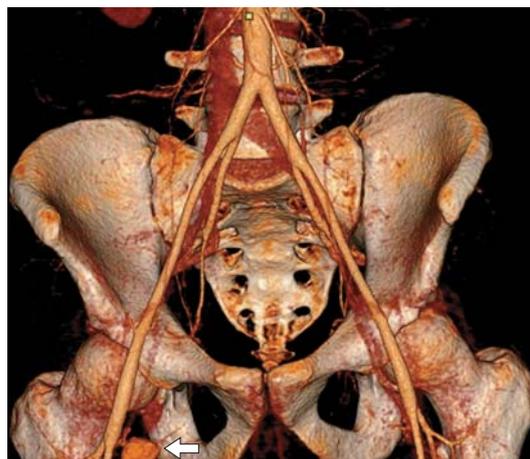
Пациент был взят в операционную. Выполнена ретроградная пункция общей бедренной артерии (ОБА) слева, установлен интродьюсер 6 F. Диагностический катетер на проводнике заведен к области бифуркации ОБА справа. При ангиографии бедренные артерии проходимы, без стенотического поражения. При селективной ангиографии ветви глубокой бедренной артерии (ГБА) отмечалась экстравазация контрастного вещества из ветви в окружающие ткани в виде округлой полости размерами  $2,0 \times 2,5$  см (рис. 3).

Произведена ее эмболизация двумя спиралями  $5 \times 4,5$  мм и  $5 \times 4,0$  мм. На контрольных ангиограммах отмечается стагнация контрастного вещества в ветви ГБА. Кровоток по артерии редуцирован (рис. 4).

В послеоперационном периоде данных о продолжающемся кровотечении не было, однако на 20-е сутки пациент умер от синдрома полиорганной недостаточности, двусторонней пневмонии.



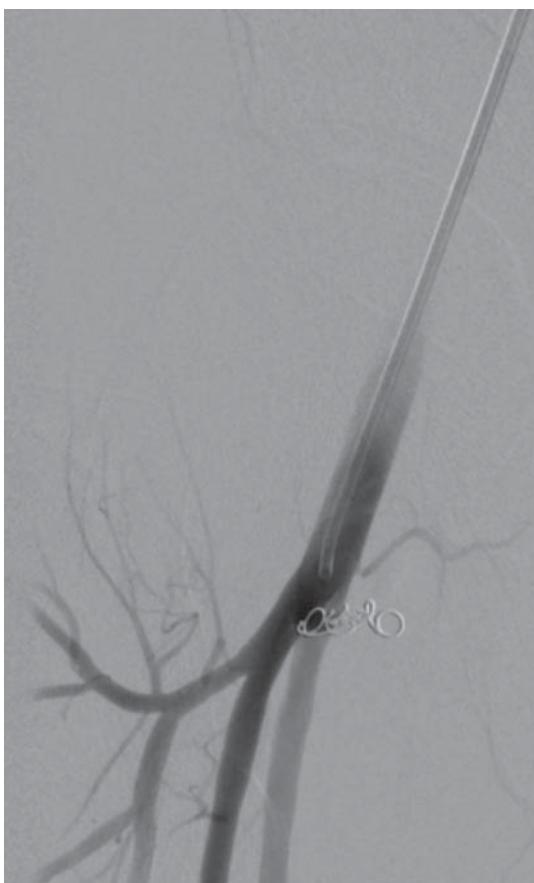
**Рис. 1.** Компьютерная томограмма. Гематома бедра справа (стрелка).



**Рис. 2.** Компьютерная томограмма. Экстравазация из ветви глубокой бедренной артерии (стрелка).



**Рис. 3.** Ангиограмма. Экстравазация из ветви глубокой бедренной артерии (стрелка).



**Рис. 4.** Ангиограмма. Эмболизации глубокой бедренной артерии спиральями.

### Клиническое наблюдение 3

Пациентка 75 лет поступила в отделение реанимации с острым правосторонним буллезным средним отитом тяжелой степени с различными сопутствующими патологиями, в частности хроническая болезнь почек, стадия 5 (скорость клубочковой фильтрации (по формуле СКД-EPI): 5 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>), пароксизмальная форма фибрилляции предсердий.

Был установлен ЦВК, проводилась интенсивная терапия, также проводилась заместительная почечная терапия с введением гепарина 2 тыс. ЕД в час, с коррекцией дозы под контролем АЧТВ.

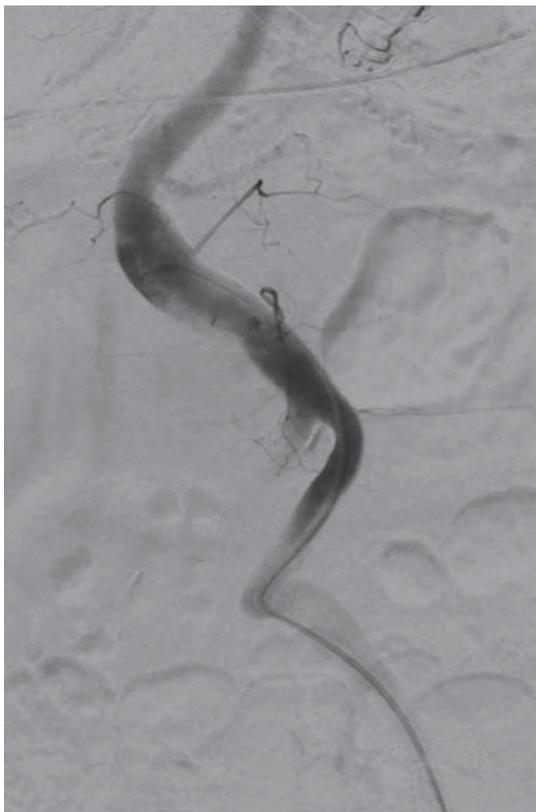
На 3-и сутки в области пункции бедренной вены у пациентки отмечались обширная напряженная гематома размерами до 15 × 20 см, гипотония, лабораторно снижение гемоглобина от 127 до 46 г/л. По данным УЗИ визуализировано пульсирующее образование правого бедра, при ЦДК регистрируется пульсирующий кровоток. Ультразвуковым датчиком образование механическим давлением окклюзировано, кровоток не регистрировался. Через 20 мин контрольное УЗИ: кровоток в образовании не регистрируется, пульсация не определяется, была наложена давящая повязка на область гематомы и рекомендовано контрольное УЗИ мягких тканей через 8 ч. Однако после снятия повязки и повторного УЗИ сохранялись признаки экстравазации, в связи с чем пациентка была подана в рентгеноперационную.

Под ультразвуковым контролем контралатерально пунктирована левая ОБА. Гидрофильный проводник при поддержке диагностического катетера заведен в брюшную аорту. Диагностическая ангиография – выраженная извитость подвздошных артерий, острый угол бифуркации аорты. Неоднократные попытки установить проводник контралатерально в правую ОПА без успеха (рис. 5).

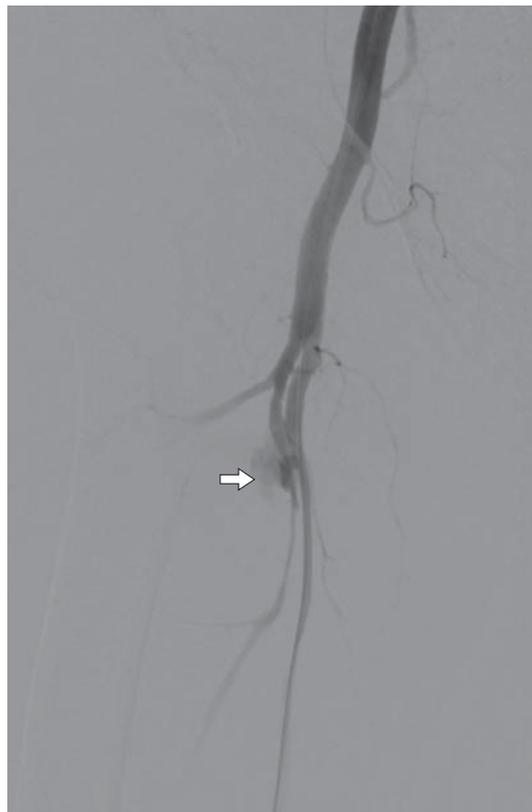
В конечном итоге была выполнена ретроградная пункция правой ПББА. Диагностический катетер заведен ретроградно в ОБА. После диагностической ангиографии отмечается экстравазация контраста из ветвей ГБА (рис. 6).

Проводник при поддержке диагностического катетера заведен в ГБА. Выполнена эмболизация ГБА, ветви ГБА спиральями 4 мм × 6 см и 6 см × 6,5 мм с помощью микрокатетера. При контрольной ангиографии признаков экстравазации контраста нет (рис. 7).

Течение раннего послеоперационного периода было без особенностей, рецидива кровотечения, данных об острой ишемии конечности у больной не наблюдалось. Дозы вазопрессоров



**Рис. 5.** Ангиограмма. Извитость аорты и подвздошных артерий слева. Была попытка пройти через плечевую артерию, однако аналогичная картина была с подключичными артериями.



**Рис. 6.** Ангиограмма. Экстравазация из ветвей глубокой бедренной артерии (стрелка).

уменьшались, на фоне проведенных трансфузий гемоглобин 95 г/л, однако по данным тромбодинамики, коагулограммы сохранялась выраженная гипокоагуляция. К сожалению, на 6-е сутки после оперативного лечения пациентка умерла от полиорганной недостаточности, ДВС-синдрома, гипокоагуляции.

## Результаты

Технический успех выполненных вмешательств был 100%, однако из-за тяжелых основных заболеваний и осложнений пациенты погибли в течение 2 нед после проведения хирургических и эндоваскулярных вмешательств. В среднем пациенты провели в стационаре 1 мес.

## Обсуждение

Возможные осложнения пункции в основном не фатальны сами по себе. Кровотечение можно остановить разными способами: компрессией, открытым ушиванием, эндоваскулярной эмболизацией. Но поскольку пациенты уже в тяжелом состоянии, они достаточно уязвимы, и любое инвазивное вме-



**Рис. 7.** Ангиограмма. Эмболизация глубокой бедренной артерии, ветви глубокой бедренной артерии с помощью спиралей.

шатательство намного увеличивает риски летального исхода.

Технологические достижения в конструкции устройств венозного доступа и новые возможности визуализации за последние три десятилетия значительно повысили ча-

### Brief abstract

The authors present several clinical cases associated with early complications, in particular, damage to the arteries and development of hematoma after the placement of central venous catheter (CVC) into the femoral vein. Both surgical and endovascular methods of treatment have been used. Considering the severity of the patients' condition, embolization was preferable. Possible complications of puncture as such are mostly not fatal. Bleeding can be stopped in a variety of ways: compression, open suturing, endovascular embolization. But since patients' condition is already severe, they are quite vulnerable, and any invasive intervention greatly increases the risk of patient death.

### Overview

Central venous catheters (CVC) are intravascular devices used in patients undergoing intravenous therapy, such as chemotherapy, parenteral nutrition, blood transfusion, and fluid replacement (1). They allow to measure hemodynamic parameters which cannot be accurately measured by non-invasive methods (2–4). Since the 1980s, the use of CVCs has greatly facilitated the treatment of severe patients and improved their quality of life, making it possible to avoid repeated punctures of the saphenous veins, accompanied by pain and psychological trauma (5).

However, this method is also associated with complications such as arterial puncture, pneumo- and hemothorax, malposition, and air embolism (6).

Some studies have shown that ultrasound-guided CVC placement reduces number of complications (7).

The most common way to classify complications is time. Early complications occur within the period from the catheter placement to its first use. Late complications occur in the subsequent period (8).

Early complications include arterial injury, arteriovenous fistulas and pseudoaneurysms, pneumothorax and pneumomediastinum, chylothorax (chylopericardium), bleeding (hema-

стоту успешных постановок ЦВК и снизили количество осложнений (5). Таким образом, количество осложнений можно намного уменьшить, если пункцию центральной вены проводить под ультразвуковым контролем, что стало уже стандартом (15).

toma), arrhythmias, air embolism, damage to the central veins or right atrium, nerve damage, CVC malposition (5).

Late complications of central venous catheterization are divided into three large groups: catheter-associated infections, catheter-associated thrombosis, and mechanical complications leading to catheter failure. Mechanical complications include fibrin "sheath" over the opening at the CVC tip; kinking and loss of integrity of the catheter; malposition or displacement of the catheter; adherence or ingrowth of the catheter end to the vessel wall or atrium (9).

Arterial punctures during catheterization are usually asymptomatic, but about 30% of them may be manifested by hematoma due to massive bleeding, as well as neurological disorders as a result of embolization and thrombosis due to the late diagnosis (10).

Although incidence of arterial damage has significantly reduced with the use of ultrasound control, arterial punctures still occur at a rate of less than 1% due to lack of operator experience, complex venous anatomy, and difficulties associated with patient body size.

Arterial puncture occurs in 4.2–9.3% cases of catheter placement and is often easily recognized due to pulsating blood flow, but sometimes its identification may be difficult in patients with hypotension or in critical condition (11, 12).

Damage to the arteries most often occurs during the placement of a femoral catheter and least often during the placement of a subclavian catheter (6).

Each case of inadvertent placement of a catheter into an artery, leaving the catheter in place or immediately removing it under pressure, carries a separate risk. Prolonged arterial catheterization can lead to thrombosis, neurological deficits, and stroke. Immediate removal of the arterial catheter may result in uncontrolled bleeding, pseudoaneurysm, and arteriovenous (AV) fistula; especially in patients treated with anticoagulants or antiplatelets (11).

AV fistulas can be treated by means of embolization, pseudoaneurysms – by compres-

sion or image-guided thrombin placement, or also by embolization with various coils. In some cases, open surgery is required, for example, in case of a fistula between the carotid artery and the internal jugular vein, which are not recognized at once and enlarge over time. Attempts of their embolization that can be quite difficult at high blood pressure, may lead to disastrous consequences. Fortunately, surgical intervention is required only in rare cases (9).

Hematoma is often not life-threatening, but the pleural cavity and mediastinum are potential sites for hematoma to occur. However, such fluid accumulation can be a significant source of infection in critically ill patients and may progress to abscess. Blood accumulation in these spaces leads to hemothorax and hemomediastinum and may require surgery for drainage under imaging guidance (e.g., computed tomography (CT)). Bleeding associated with catheter placement may occur in patients with coagulopathy and can often be managed by compression at the insertion site (12).

Access sites for compression, such as internal jugular or femoral vein catheterization, are preferred if there are concerns regarding coagulopathy (10).

Hematoma has been reported in 4.7% of all cases of catheterization (12).

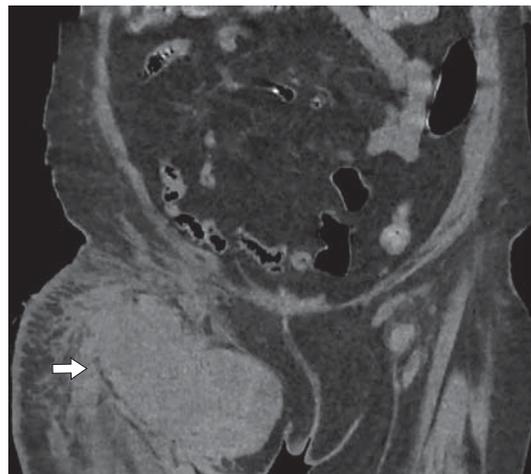
**Methods:** Patients with suspected continuing bleeding from the site of previously placed central venous catheter, underwent a number of examinations, such as duplex ultrasound, computed tomography with angiography, and direct angiography of the femoral arteries. Both surgical and endovascular methods of treatment have been used. As we know, the purpose of embolization is to occlude or reduce blood flow through the endovascular use of various agents or materials.

The materials used for embolization included mainly various coils, and among endovascular approaches, contralateral femoral, brachial, and pedal approaches were used.

In recent decades, endovascular embolization has been used more widely due to a combination of the trend towards conservative treatment protocols, advances in catheter technology, introduction of new embolic agents, and improvements in digital imaging (13, 14).

### Clinical case 1

A 90-year-old female patient was being treated in the intensive care unit of a hospital for patients with SARS-2 COVID-19. Concomitant diseases included: consequences of acute cerebrovascular



**Fig. 1.** Computed tomography Hematoma of the thigh on the right (arrow).

accidents of unknown age, encephalopathy of complex genesis (dyscirculatory – dysmetabolic – hypoxic), decompensation on the background of the underlying disease, severe cognitive impairment, right-sided central hemiplegia, flexion contracture of the right upper extremity, Parkinson's disease, mixed type (Hoehn-Yahr Stage 3), Stage III hypertension, CVD risk 4, paroxysmal atrial fibrillation, paroxysm of unknown duration (CHA2DS2–VASc-6b, HAS-BLED).

After the CVC placement, a post-injection hematoma of the right thigh was revealed.

A compressive bandage was applied with subsequent watchful waiting. However, there were negative changes: the increase in hematoma volume and the decrease of hemoglobin levels to 80 g/L. (Lab results: platelets  $164 \times 10^9/L$ , Fe  $16.6 \mu\text{mol/L}$ )

The patient was transferred to the vascular center.

Further examination showed that hemoglobin level was already 51 g/L. Investigations (ultrasound, CT): A large mass measuring  $180 \times 76 \text{ mm}$  was revealed in the right inguinal region and the upper third of the thigh, a hematoma extending to the inner surface and to the outer lateral surface of the thigh (Fig. 1).

After repeated examination the patient was immediately transferred to the operating room. A surgical revision was performed and the hematoma was evacuated. No signs of active bleeding were observed after the hematoma evacuation. With a thorough revision of the wound, the source of bleeding was identified – a defect in the varicose saphenous vein. The latter was ligated with stitching.

In the postoperative period, the patient remained in a serious condition, and on the 7th day she died due to multiple organ failure, purulent-infectious complications, sepsis, water-electrolyte and metabolic disorders, pulmonary edema, cerebral edema.

**Clinical case 2**

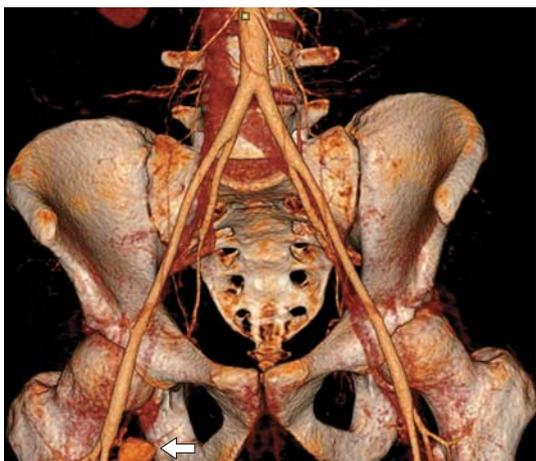
A 32-year-old patient was admitted to the intensive care unit in a severe condition with a series of convulsive seizures. The patient had chronic alcohol intoxication with multiple organ dysfunction: liver cirrhosis with cytolytic syndrome, toxic hepatitis, gastritis, pancreatitis, nephropathy, and newly diagnosed HIV infection.

A day after the central venous catheter placement, the patient developed a hematoma on the right thigh and a decrease of the hemoglobin level from 102 to 67 g/L. According to CT data, there were signs of fatty liver disease. There was a marked intestinal pneumatosis, at a visible level: extravasation of a contrast agent in the right pubic area, in the pectineus muscle, up to 5 cm<sup>3</sup> (Fig. 2).

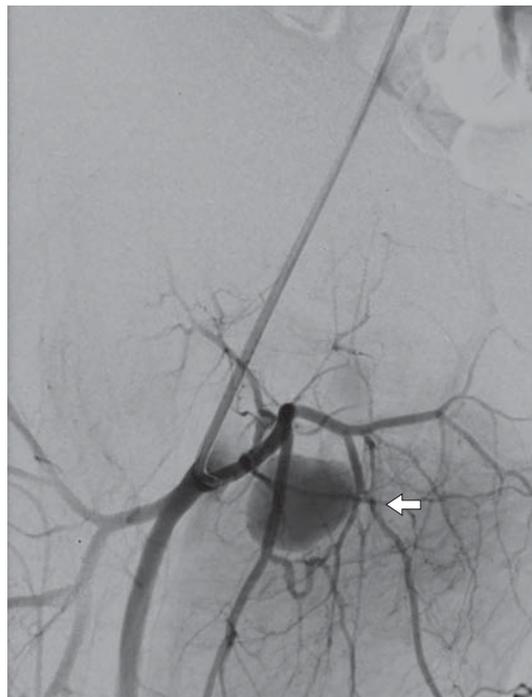
The patient was transferred to the operating room. A retrograde puncture of the common femoral artery (CFA) on the left was performed, a 6F introducer was installed. The diagnostic catheter on a guidewire was inserted into the area of CFA bifurcation on the right. According to angiography, femoral arteries are patent, without stenotic lesions. Selective angiography of the deep femoral artery (DFA) branch shows extravasation of the contrast agent from the branch into the surrounding tissues as a roundish cavity measuring 2.0 × 2.5 cm (Fig. 3).

Embolization with two coils 5 × 4.5 mm and 5 × 4.0 mm was performed. Follow up angiograms showed stagnation of the contrast agent in the DFA branch. Blood flow through the artery is reduced (Fig. 4).

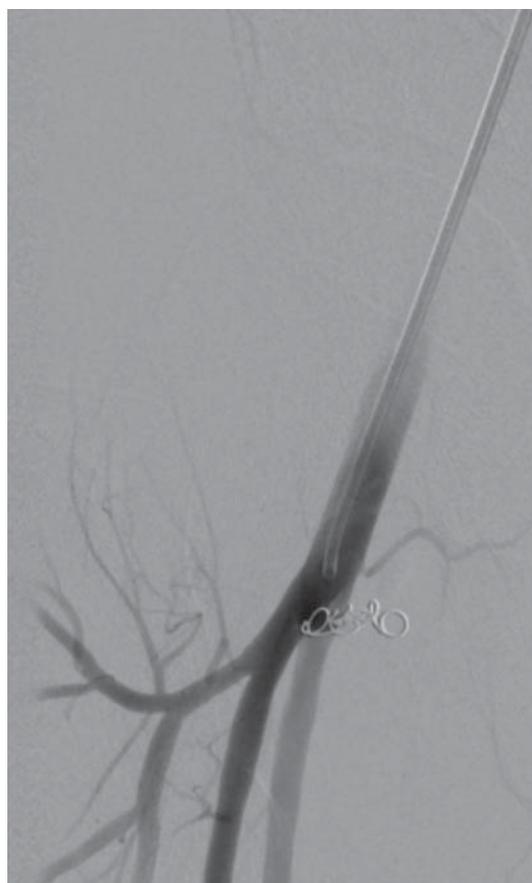
During the postoperative period, there was no evidence of continuing bleeding, but on the 20th day the patient dies due to the syndrome of multiorgan failure, bilateral pneumonia.



**Fig. 2.** Computed tomography Extravasation from the branch of deep femoral artery (arrow).



**Fig. 3.** Angiogram. Extravasation from the branch of deep femoral artery (arrow).



**Fig. 4.** Angiogram. DFA embolization with coils.

### Clinical case 3

A 75-year-old female patient was admitted to the intensive care unit with acute right-sided severe bul- lous otitis media with various comorbidities, includ- ing Stage 5 CKD (glomerular filtration rate (CKD-EPI formula): 5 mL/min/1,73 m<sup>2</sup>), paroxysmal atrial fibrillation.

A CVC was placed and aggressive management was performed as well as renal replacement therapy (RRT) with heparin administration at the dose of 2,000 units per hour and dose adjustment under the APTT control.

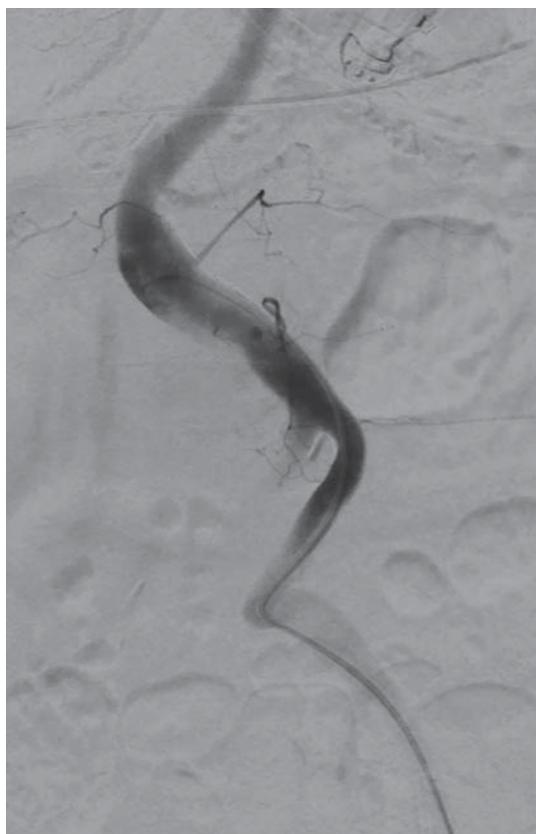
On the 3rd day, in the area of the femoral vein puncture, the patient developed a large, tense hematoma measured up to 15 × 20 cm in size, hypotension, laboratory tests showed hemoglobin level decrease from 127 to 46 g/L. On ultrasound, a pulsating formation on the right thigh was visualized, and on color doppler sonography, a pulsating blood flow was recorded. The formation was occluded by mechanical pressure with ultrasound probe, blood flow was not registered. Follow-up ultrasound examination 20 minutes later showed: no blood flow in

the formation, no pulsation, a compressing bandage was applied to the hematoma area and a follow-up ultrasound of soft tissues was recommended after 8 hours. However, after removal of the bandage and repeated ultrasound, signs of extravasation persisted, and thus, the patient was transferred to the X-ray operating room.

US-guided contralateral puncture of the left CFA was performed. The hydrophilic guidewire supported by a diagnostic catheter, was inserted into the abdominal aorta. Diagnostic angiography showed marked tortuosity of the iliac artery, acute angle of the aortic bifurcation. Repeated attempts to insert the guidewire contralaterally into the right common iliac artery (CIA) were unsuccessful (Fig. 5).

Ultimately, a retrograde puncture of the right anterior tibial artery (ATA) was performed. A diagnostic catheter was retrogradely inserted into the CFA. After diagnostic angiography, extravasation of contrast from the DFA branches was observed (Fig. 6).

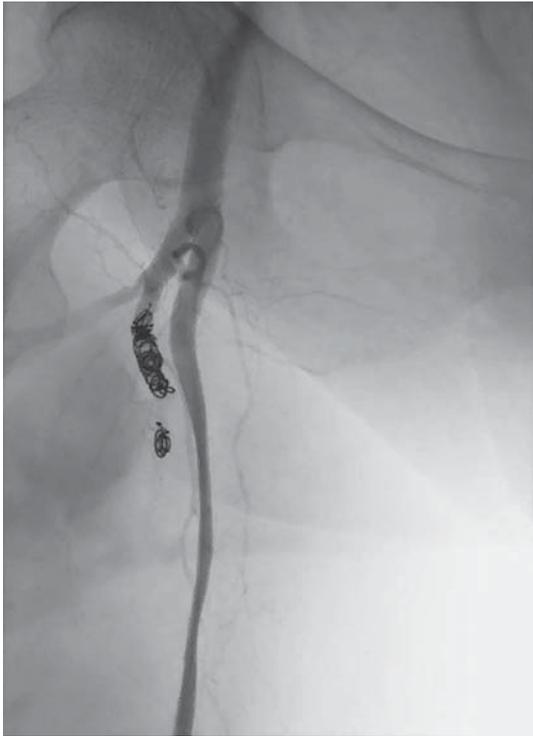
The guidewire supported by a diagnostic catheter, was inserted into the DFA. Embolization of the DFA, branches of the DFA with 4 mm × 6 cm and



**Fig. 5.** Angiogram. Tortuosity of the aorta and iliac arteries on the right. An attempt was made to pass through the brachial artery, but subclavian arteries were in the same condition.



**Fig. 6.** Angiogram. Extravasation from DFA branches (arrow).



**Fig. 7.** Angiogram. Embolization of the DFA, branches of the DFA with coils.

6 cm × 6.5 mm coils was performed using a microcatheter. On the control angiography, no signs of the extravasation of contrast were seen (Fig. 7).

Early postoperative period was unremarkable, there was no recurrence of bleeding, no evidence of acute ischemia of the extremity. Doses of vaso-

pressors were reduced; after transfusions, hemoglobin was 95 g/L, however, according to coagulation tests, marked hypocoagulation persisted. Unfortunately, on the 6th day after surgery, the patient died due to multiple organ failure, DIC syndrome, and hypocoagulation.

## Results

The technical success of the performed interventions was 100%, however, due to severe underlying diseases and complications, the patients died within 2 weeks after surgical and endovascular interventions. On average, patients spent 1 month in the hospital.

## Discussion

Possible complications of puncture as such are mostly not fatal. Bleeding can be stopped in a variety of ways: compression, open suturing, endovascular embolization. But since patients' condition is already severe, they are quite vulnerable, and any invasive intervention greatly increases the risk of patient death.

Over the past three decades, technological advances in design of venous access devices and new imaging capabilities have significantly increased the success rate of CVC placement and reduced number of complications (5). Thus, number of complications can be greatly reduced if the central vein puncture is performed under ultrasound guidance, which has already become the standard (15).

## Список литературы [References]

1. Vescia S., Baumgärtner A.K., Jacobs V.R. et al. Management of venous port systems in oncology: a review of current evidence. *Ann. Oncol.* 2008, 19 (1), 9–15. <http://doi.org/10.1093/annonc/mdm272>
2. Pittet D., Tarara D., Wenzel R.P. Nosocomial bloodstream infection in critically ill patients: excess length of stay, extra costs, and attributable mortality. *JAMA.* 1994, 271, 1598–1601. <http://doi.org/10.1001/jama.271.20.1598>
3. Arnow P.M., Quimosing E.M., Beach M. Consequences of intravascular catheter sepsis. *Clin. Infect. Dis.* 1993, 16, 778–784. <http://doi.org/10.1093/clind/16.6.778>
4. Richards M.J., Edwards J.R., Culver D.H., Gaynes R.P. Nosocomial infections in medical intensive care units in the United States. *Crit. Care Med.* 1999, 27, 887–892. <http://doi.org/10.1097/00003246-199905000-00020>
5. Сугак А.Б., Щукин В.В., Константинова А.Н., Феоктистова Е.В. Осложнения при постановке и эксплуатации центральных венозных катетеров. *Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии.* 2019, 18 (1), 127–139. <https://doi.org/10.24287/1726-1708-2019-18-1-127-139>
6. McGee D.C., Gould M.K. Preventing complications of central venous catheterization. *N. Engl. J. Med.* 2003, 348, 1123–1133. <https://doi.org/10.1056/NEJMra011883>
7. Gallieni M., Pittiruti M., Biffi R. Vascular access in oncology patients. *CA Cancer J. Clin.* 2008, 58, 323–346. <https://doi.org/10.3322/CA.2008.0015>
8. Peris A., Zagli G., Bonizzoli M. et al. Implantation of 3951 long-term central venous catheters: performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction. *Anesth. Analg.* 2010, 111 (5), 1194–1201. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181f333c1>
9. Bhutta S.T., Culp W.C. Evaluation and management of central venous access complications. *Tech. Vasc. Interv. Radiol.* 2011, 14 (4), 217–224. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2011.05.003>
10. Kusminsky R.E. Complications of central venous catheterization. *J. Am. Coll. Surg.* 2007, 204 (4), 681–696. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2007.01.039>
11. Sugak A.B., Shchukin V.V., Konstantinova A.N., Feoktistova E.V. Complications of central venous catheters insertion and exploitation. *Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology.* 2019, 18 (1), 127–139. <https://doi.org/10.24287/1726-1708-2019-18-1-127-139> (In Russian)

11. Bowdle A. Vascular complications of central venous catheters placement: evidence-based methods for prevention and treatment. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2014, 28, 358–368. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2013.02.027>
12. Vats HS. Complications of catheters: Tunneled and nontunneled. *Adv. Chronic Kidney Dis.* 2012, 19, 188–194. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2012.04.004>
13. Tsetis D., Uberoi R., Fanelli F. et al. The Provision of Interventional Radiology Services in Europe: CIRSE Recommendations. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2016, 39, 500–506. <https://doi.org/10.1007/s00270-016-1299-0>
14. Carnevale A., Pellegrino F., Cossu A. et al. Current concepts in ablative procedures for primary benign liver lesions: a step forward to minimize the invasiveness of treatment when deemed necessary. *Med. Oncol.* 2020, 37 (4), 31. <https://doi.org/10.1007/s12032-020-01355-z>
15. Fragou M., Gravvanis A., Dimitriou V. et al. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: a prospective randomized study. *Crit. Care Med.* 2011, 39 (7), 1607–1612. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318218a1ae>

## Сведения об авторах [Authors info]

**Папоян Симон Ашотович** – канд. мед. наук, заведующий отделением сосудистой хирургии ГБУЗ “Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева ДЗ города Москвы”; доцент кафедры рентгеноэндоскопических методов диагностики и лечения ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова; заведующий организационно-методическим отделом по сердечно-сосудистой хирургии ГБУ “Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6207-4174>

**Громов Дмитрий Геннадьевич** – доктор мед. наук, заведующий отделением рентгеноэндоскопических методов диагностики и лечения ГБУЗ “Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева ДЗ города Москвы”; заведующий кафедрой рентгеноэндоскопических методов диагностики и лечения ФГАОУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7500-4987>

**Щеголев Александр Андреевич** – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии педиатрического факультета ФГАОУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6427-4295>

**Асатурян Карен Сергеевич** – врач сердечно-сосудистой хирургии ГБУЗ “Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2389-058X>

\* **Адрес для переписки: Папоян Симон Ашотович** – e-mail: 2209792@gmail.com

**Simon A. Papoyan** – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of vascular surgery of the State Budgetary Healthcare Institution Municipal Clinical Hospital named after F.I. Inozemtsev of the Moscow Department of Healthcare; associate professor of Department of radioendovascular methods of diagnostics and treatment of the Faculty of Additional Professional Education of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov; Head of the Organizational and methodological department on cardiovascular surgery of the State Budgetary Institution Research Institute of the Healthcare Organization and Medical Management of the Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6207-4174>

**Dmitry G. Gromov** – Doct. of Sci. (Med.), Head of Department of radioendovascular methods of diagnostics and treatment of the State Budgetary Healthcare Institution Municipal Clinical Hospital named after F.I. Inozemtsev of the Moscow Department of Healthcare; associate professor of the Department of radioendovascular methods of diagnostics and treatment of the Faculty of Additional Professional Education of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov of the Russian Ministry of Health, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7500-4987>

**Alexander A. Schegolev** – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of hospital surgery of the pediatric faculty of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education of Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov of the Russian Ministry of Health, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6427-4295>

**Karen S. Asaturyan** – physician, cardiovascular surgeon of the State Budgetary Healthcare Institution Municipal Clinical Hospital named after F.I. Inozemtsev of the Moscow Department of Healthcare, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2389-058X>

\* **Address for correspondence: Simon A. Papoyan** – e-mail: 2209792@gmail.com

**Статья получена** 21 ноября 2022 г.  
**Manuscript received** on November 21, 2022.

**Принята в печать** 4 февраля 2023 г.  
**Accepted for publication** on February 04, 2023.

## Клиническое наблюдение успешного сверхотдаленного (14 лет) результата баллонной ангиопластики огибающей ветви левой коронарной артерии у больного с ишемической болезнью сердца

И.М. Курочкина\*

Кафедра интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Сегодня изолированная баллонная ангиопластика при выполнении чрескожных коронарных вмешательств практически утратила свое значение как самостоятельная процедура в лечении пациентов с коронарной болезнью сердца. В настоящее время она используется в основном как вспомогательный метод до или после процедуры стентирования. Тем не менее вопрос об использовании баллонной ангиопластики как самостоятельного метода лечения коронарной болезни у определенного контингента больных дискутируется до настоящего времени.

В данном клиническом наблюдении мы описываем пример отличного 14-летнего результата баллонной ангиопластики у пациента с ИБС и перенесенным заднебоковым инфарктом миокарда. Настоящее клиническое наблюдение указывает на то, что в определенных ситуациях баллонную ангиопластику коронарных артерий можно с успехом использовать как самостоятельную лечебную процедуру. В статье анализируется также динамика прогрессирования атеросклеротического процесса в коронарном русле на протяжении 14 лет.

**Ключевые слова:** баллонная ангиопластика, острый инфаркт миокарда, чрескожные коронарные вмешательства

## Clinical observation of a successful ultra-long-term (14 years) result of balloon angioplasty of the circumflex branch of the left coronary artery in a patient with coronary artery disease

I.M. Kurochkina\*

Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia

Currently, balloon angioplasty has practically lost its importance in percutaneous coronary interventions as an independent separate procedure in the treatment of patients with coronary heart disease. Now it is used primarily as an auxiliary method before or after a stenting procedure. Nevertheless, the issue of using balloon angioplasty as an independent treatment method for coronary disease in a certain population of patients is still being discussed.

In this clinical case, we describe an example of an excellent 14-year outcome of balloon angioplasty in a patient with CHD and previous posterior-lateral myocardial infarction. This clinical case indicates that coronary balloon angioplasty can be successfully used as an independent treatment procedure in certain situations. The same article provides an analysis of progression of the atherosclerotic process in the coronary arteries over 14 years.

**Keywords:** balloon angioplasty, acute myocardial infarction, percutaneous coronary interventions

## Введение

Более 20 лет ишемическая болезнь сердца (ИБС) среди заболеваний сердечно-сосудистой системы занимает “доминирующую” позицию в мире по количеству смертей среди населения. Если обратиться к данным ВОЗ, то смертность от болезней системы кровообращения в мире с 2000 г. выросла на 2 млн и на момент 2019 г. составляла практически 9 млн человек (1). В России смертность от болезней системы кровообращения занимает первое место с тенденцией к увеличению показателя на 11,6% в год (97,3 тыс. случаев) (2).

Несмотря на то что стабильная ИБС может иметь доброкачественное течение на протяжении многих лет на фоне широкого применения разнообразной медикаментозной терапии, в клиническую практику лечения заболевания начали активно внедряться малоинвазивные рентгенэндоваскулярные и хирургические методы реваскуляризации миокарда, такие как баллонная ангиопластика и стентирование. В настоящее время лидирующие позиции в лечении коронарной болезни сердца стали занимать чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) (3). Тем не менее баллонная ангиопластика практически полностью исчезла как самостоятельный метод лечения в рентгенэндоваскулярной хирургии. На данный момент этой процедуре отведена роль пред- и постдилатации при выполнении ЧКВ. Произошли эти изменения по целому ряду причин, среди которых можно выделить длительное отсутствие рестеноза коронарных артерий (повторное сужение просвета сосуда, подвергнутого ангиопластике).

Наряду с этим необходимо учитывать тот факт, что у стентирования есть свои абсолютные и относительные противопоказания. В таких случаях баллонная ангиопластика могла бы стать альтернативной процедурой и занять особую нишу в лечении пациентов с ИБС, так как у данной методики отсутствуют ограничения, которые есть при выполнении стентирования. Также стоит отметить, что стенты, применяющиеся в хирургическом лечении ИБС, имеют в своем составе материалы, на которые у ряда пациентов бывает аллергия (4). Кроме того, учитывая динамику прироста показателя продолжительности жизни и как следствие увеличение коморбидных пациентов на долю населения, баллонная ангиопластика могла бы исполнять роль “выручающего” метода ле-

чения у больных ИБС с поэтапным выполнением операций другого профиля в короткие сроки ввиду отсутствия необходимости назначения антиагрегантной терапии.

К сожалению, если обратиться к мировой практике, то существуют единичные работы, которые описывают лишь отдаленные исходы баллонной ангиопластики (5). Тем не менее в последнее время в научном сообществе появляются клинические случаи, которые свидетельствуют о хороших клинических результатах в сверхотдаленном периоде (более 10 лет) (6, 7). Мы считаем, что исключение баллонной ангиопластики как самостоятельного метода в реваскуляризации миокарда является поспешным. Таким образом, чтобы оценить целесообразность изучения вопроса о полноценном самостоятельном использовании баллонной ангиопластики в лечении коронарного атеросклероза необходимы последующий анализ данного аспекта, а также накопление опыта.

## Клиническое наблюдение

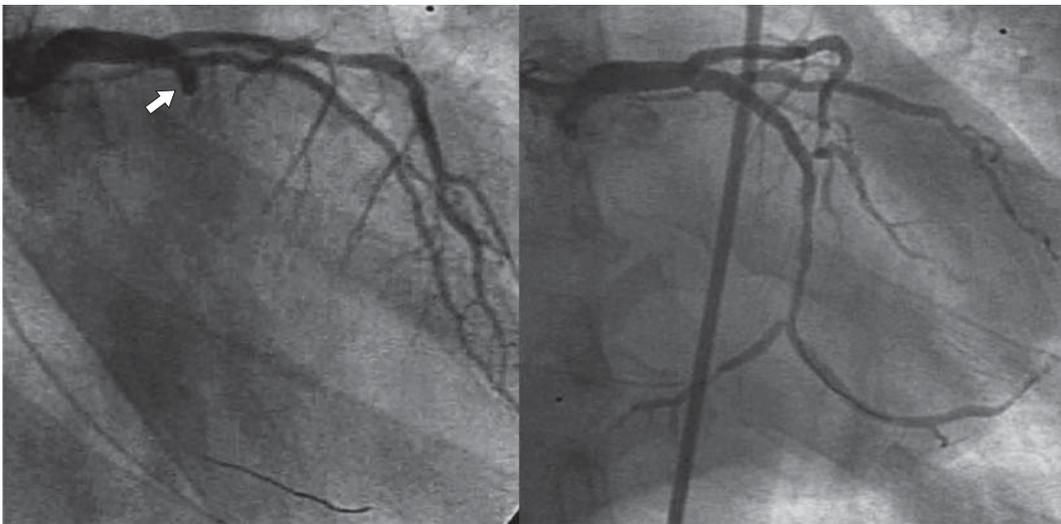
Пациент Е., 59 лет, поступил в Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии Сеченовского Университета в 2019 г. с жалобами на давящие боли за грудиной на фоне умеренной физической нагрузки, купирующиеся в покое либо после приема нитроглицерина.

По данным анамнеза известно, что впервые больной госпитализирован бригадой скорой медицинской помощи в клинический центр в январе 2005 г. с диагнозом: острый Q-образующий заднебоковой инфаркт миокарда. При поступлении в стационар обращали на себя внимание типичные жалобы в виде раздирающих болей за грудиной в течение часа, не купирующиеся приемом нитроглицерина. Боли данного характера отмечал в течение 2 лет, ухудшение состояния в течение 6 мес в виде учащения приступов стенокардии до 1 раза в сутки. При осмотре состояние пациента тяжелой степени тяжести, сознание ясное, положение тела не вынужденное. Кожные покровы и слизистые обычной окраски и влажности, периферических отеков нет. Частота дыхательных движений (ЧДД) 16 в минуту. При аускультации легких: дыхание везикулярное, проводится во все отделы, хрипов нет. При аускультации сердца: тоны приглушены, ритмичные, шумов нет. Частота сердечных сокращений (ЧСС) 68 в минуту. Артериальное давление (АД) 130/80 мм рт.ст. Пульсация на периферических артериях удовлетворительная. Из вредных привычек – курение в течение 10 лет (индекс курения (ИК) = 25 пачка/лет). Наследственность отя-

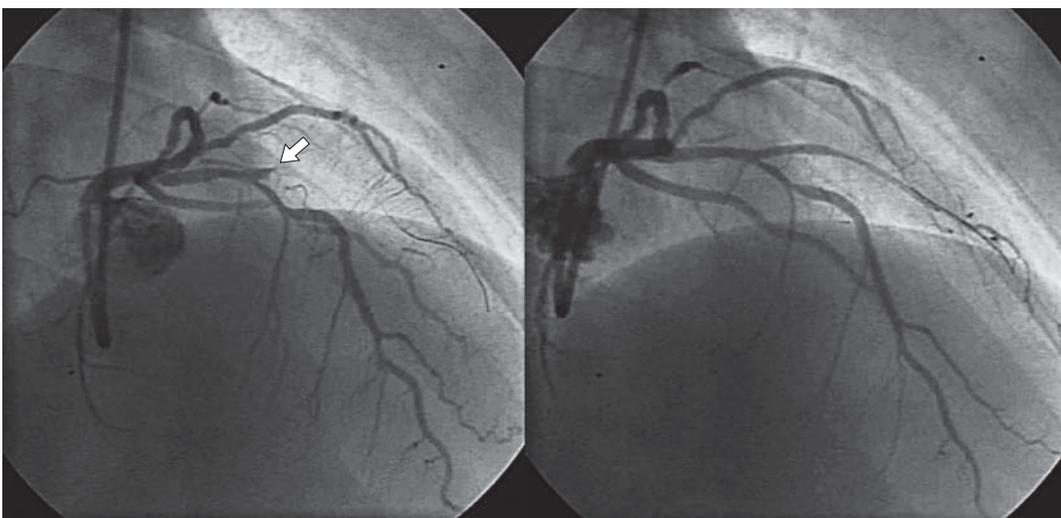
гощена со стороны отца в виде перенесенного инфаркта миокарда. Аллергологический анамнез не отягощен.

По данным электрокардиографического исследования (ЭКГ) при поступлении: ритм синусовый с ЧСС 72 в минуту, картина острого заднебокового инфаркта миокарда. По данным эхокардиографии отмечается акинезия базальной и средней трети задней стенки, а также средней трети боковой стенки левого желудочка. Фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) 57% по Симпсону. Кроме того, отмечается разнонаправленное движение створок митрального клапана с регургитацией в левое предсердие до II–III степени. Учитывая тяжесть состояния, данные осмотра и инструментальных методов обследования, принято решение о выполнении urgentной коро-

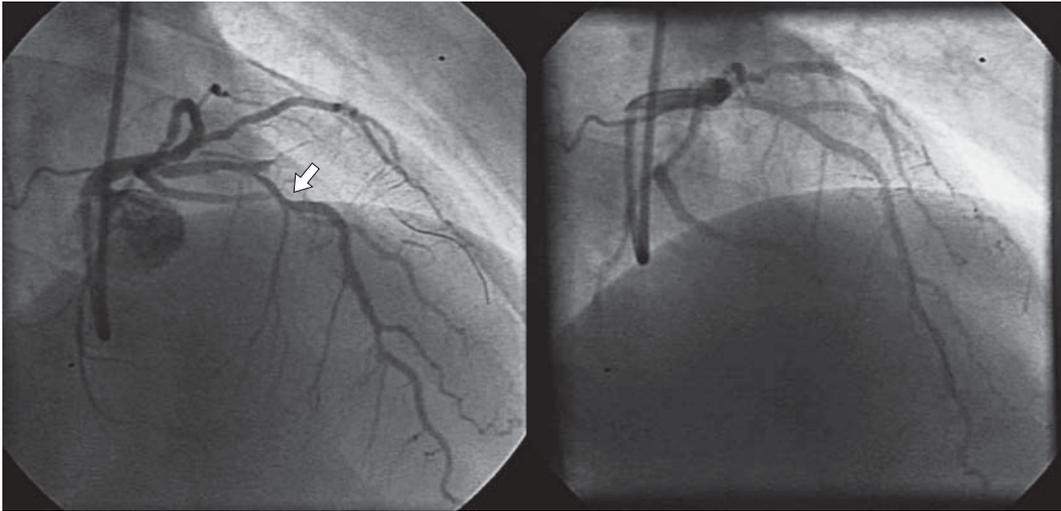
нароангиографии (КАГ). По результатам исследования отмечается сбалансированный тип коронарного кровообращения. Ствол левой коронарной артерии (ЛКА) развит обычно, не изменен. Передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии (ПМЖВ ЛКА) стенозирована в среднем сегменте (после отхождения 1-й диагональной ветви) на 70–75% (рис. 1). Первая диагональная ветвь (1-ДВ) окклюзирована от устья, слабо заполняется через коллатерали (рис. 2). Огибающая ветвь (ОВ) окклюзирована в проксимальном сегменте после отхождения первой маргинальной ветви (1-МВ) (рис. 3, 4). Антеградный кровоток: TIMI 0. Заполнение дистального русла слабое, через внутрисистемные коллатерали. Первая маргинальная ветвь умеренно развита, стенозирована от устья до 70%.



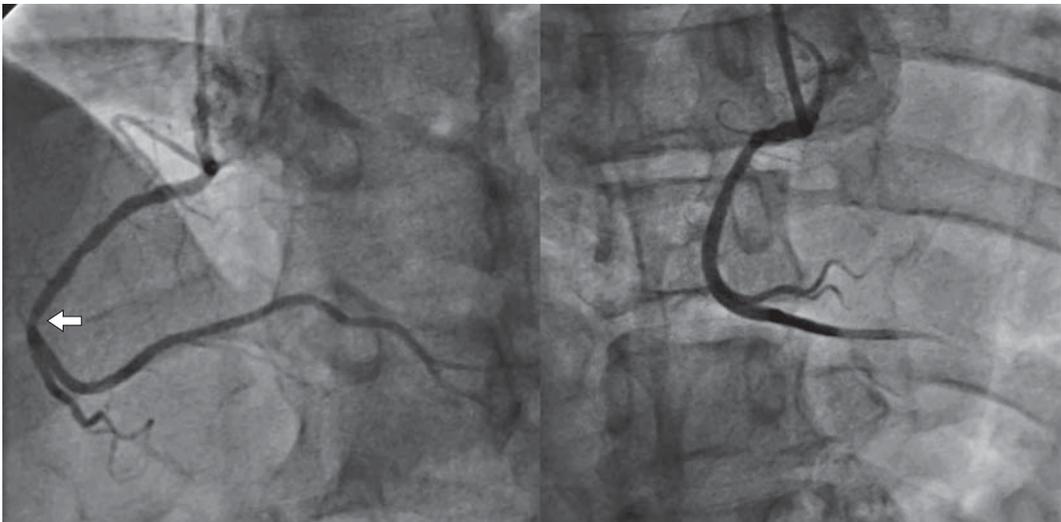
**Рис. 1.** Ангиография ПМЖВ ЛКА. Стеноз (указан стрелкой) ПМЖВ ЛКА до 70–75% (слева). Результат стентирования ПМЖВ ЛКА (справа).



**Рис. 2.** Ангиография 1-ДВ. Окклюзия (указана стрелкой) 1-ДВ ЛКА (слева). Результат стентирования 1-ДВ ЛКА (справа).



**Рис. 3.** Ангиография ОВ ЛКА. Окклюзия ОВ ЛКА (указана стрелкой) на границе проксимальной и средней трети (слева). Результат после процедуры баллонной ангиопластики ОВ ЛКА (справа).



**Рис. 4.** Ангиография ПКА. Стеноз ПКА (стрелка) до 75% (слева). Результат стентирования ПКА (справа).

Правая коронарная артерия (ПКА) без гемодинамически значимого стенозирования (рис. 5).

Учитывая результаты КАГ, было принято решение о механической реканализации и последующей баллонной ангиопластике среднего сегмента ОВ ЛКА баллонным катетером U-Pass размером 3,5 × 25 мм с хорошим ангиографическим результатом (см. рис. 3).

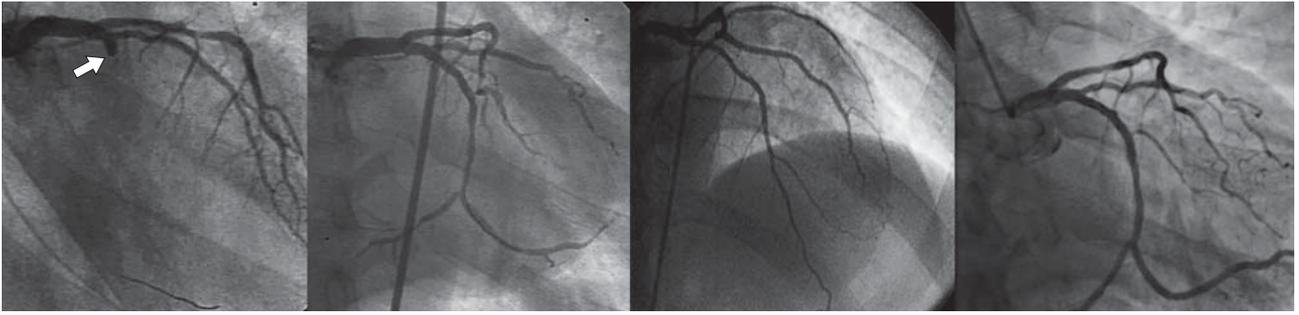
Кроме того, были выполнены механическая реканализация со стентированием 1-ДВ стентом VX-Sonic 2,5 × 13 мм и прямое стентирование ПМЖВ стентом R-stent evolution 2,5 × 23 мм (см. рис. 1, 2).

Процедура ЧКВ и послеоперационный период протекали без осложнений. Лабораторные анализы крови за весь период госпитализации были без существенных изменений. На 10-е сутки по-

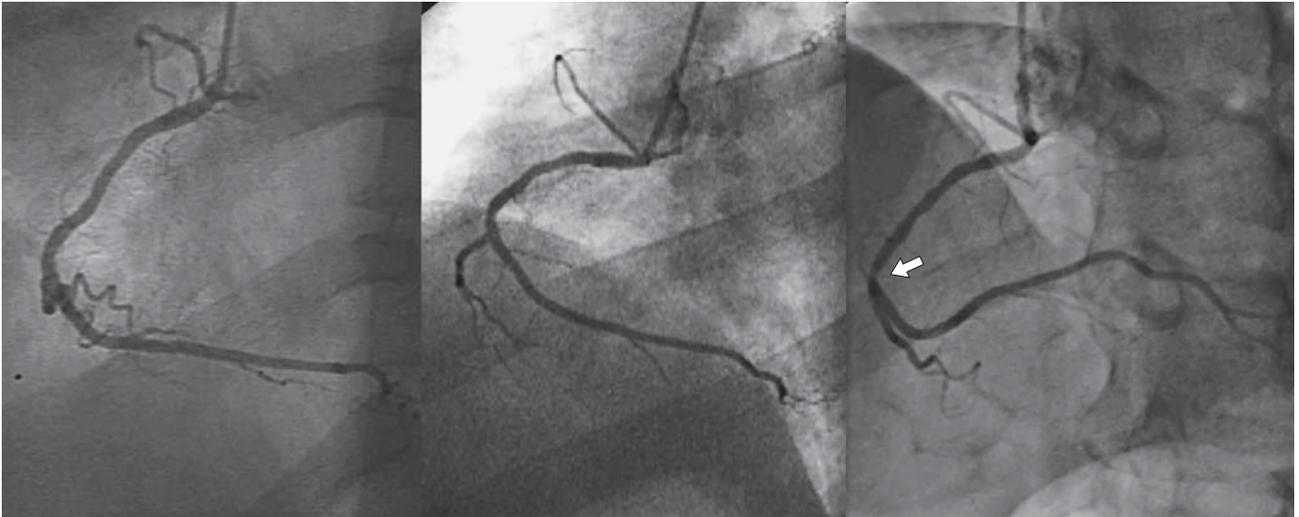
сле ЧКВ была выполнена велоэргометрия, проба расценена как отрицательная.

Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии под дальнейшее наблюдение врача-кардиолога по месту жительства с дальнейшими рекомендациями о последующей контрольной госпитализации через 6 мес, а также обязательным приемом двойной антиагрегантной терапии.

В соответствии с рекомендациями больной был повторно госпитализирован через 6 мес для контрольной КАГ. По данным КАГ – ствол ЛКА без особенностей. ПМЖВ в проксимальном сегменте после стентирования без стенозирования. 1-ДВ – повторная окклюзия после стентирования, хорошо заполняется через коллатерали. ОВ ЛКА – в среднем сегменте состояние после ангиопластики без рестенозирования. ПКА без



**Рис. 5.** Серия ангиографий ОВ ЛКА в динамике. Слева направо: 2005 (до и после ангиопластики), 2007, 2019 гг.



**Рис. 6.** Серия ангиографий ПКА в динамике. Слева направо: 2005, 2007, 2019 гг. (место 75% стеноза указано стрелкой).

гемодинамически значимого стенозирования. Пациент выписан с рекомендациями о продолжении приема антиагрегантной и гиполипидемической терапии.

В январе 2007 г. больной повторно госпитализируется в кардиологическое отделение с целью повторной КАГ в связи с сомнительными данными тредмил-теста. По данным КАГ ствол ЛКА развит обычно, не изменен. ПМЖВ в проксимальном сегменте после стентирования без стенозирования. Оклюзия 1-ДВ в стенте от 2005 г. ОВ ЛКА – в среднем сегменте состояние после ангиопластики без рестенозирования (см. рис. 4). ПКА диффузно изменена, преимущественно в проксимальной и средней трети, без наличия гемодинамически значимых стенозов (см. рис. 5). Рекомендовано дальнейшее наблюдение врачом-кардиологом по месту жительства с постоянным приемом консервативной терапии.

В дальнейшем на контрольные обследования не приходил ввиду отсутствия жалоб со стороны сердечно-сосудистой системы.

Спустя 14 лет (в 2019 г.) у пациента возобновилась типичная клиническая картина стенокар-

дии на фоне минимальной физической нагрузки и в покое. По данным осмотра состояние удовлетворительной степени тяжести. Кожные покровы и слизистые обычной окраски и влажности, периферических отеков нет. ЧДД 17 в минуту. При аускультации легких: дыхание везикулярное, проводится во все отделы, хрипов нет. При аускультации сердца: тоны приглушены, ритмичные, шумов нет. ЧСС 72 в минуту. АД 120/70 мм рт.ст. Пульсация на периферических артериях удовлетворительная.

По данным ЭКГ при поступлении: ритм синусовый с ЧСС 59 в минуту, патологический зубец Q во II, III, aVF отведениях. Инверсия зубца T во II, III, aVL, V<sub>5</sub>–V<sub>6</sub> отведениях. По результатам эхокардиографии визуализируется акинез базального с переходом на средний сегмент нижней стенки, акинез базального, среднего с переходом на апикальный сегмент задней стенки, акинез базального и гипокинез среднего сегментов боковой стенки. ФВ ЛЖ 41% по Симпсону. Дилатация левого предсердия.

В период холтеровского мониторирования ЭКГ был зарегистрирован непродолжительный

эпизод элевации сегмента *ST* по каналам  $V_5$  и  $aVF$  максимально до 2 мм.

Учитывая данные осмотра и инструментальных методов обследования, было рекомендовано проведение КАГ. По результатам исследования отмечается сбалансированный тип коронарного кровообращения. Ствол ЛКА развит обычно, умеренно изменен. ПМЖВ ЛКА умеренно диффузно изменена в месте ранее выполненного стентирования, без признаков значимого рестенозирования. 1-ДВ окклюзирована от устья в стенке от 2005 г. с удовлетворительным заполнением через межсистемные коллатерали. ОВ ЛКА – в среднем сегменте состояние после ангиопластики без рестенозирования (см. рис. 4). 1-МВ диффузно изменена, в проксимальном сегменте сужена до 70%, в среднем сегменте сужена до 70–75%. ПКА диффузно изменена, в среднем сегменте стенозирована до 70–75% (рис. 5, 6).

Принято решение о выполнении стентирования среднего сегмента ПКА стентом Resolute Integrity 3 × 26 мм (см. рис. 6). Результат процедуры признан оптимальным.

### Обсуждение

Данные ретроспективного 14-летнего анализа позволяют утверждать, что в некоторых случаях баллонная ангиопластика коронарных артерий достигает хороших результатов как в ранние, так и в сверхотдаленные периоды у пациентов с ИБС. Об этом свидетельствуют хорошие результаты баллонной ангиопластики ОВ ЛКА в течение всего периода наблюдения (14 лет) (см. рис. 4).

Кроме того, можно предполагать, что технически правильное проведение баллонной ангиопластики венечных артерий (баллонная ангиопластика, выполненная баллоном оптимального размера без признаков остаточного стеноза/диссекции сосуда) гарантирует долговременный хороший результат. Стоит отметить, что у пациента выполнено стентирование 1-ДВ и ПМЖВ стентами VX-Sonic и R-stent evolution, которые при динамическом наблюдении показали неудачный и субоптимальный результаты соответственно. Однако эффективность результата стентирования нельзя объективно оценивать из-за разницы видов стентов, а также

отсутствия приверженности терапии. Кроме того, на примере данного клинического наблюдения можно проанализировать отрицательную динамику атеросклероза коронарных артерий.

На это указывает постепенное 14-летнее прогрессирование атеросклероза в ПКА с последующим выполнением стентирования стентом Resolute Integrity 3 × 26 мм, а также рестеноз в 1-ДВ после выполненного стентирования (см. рис. 5). Безусловно, стоит отметить, что данный результат напрямую связан с приверженностью медикаментозной терапии (8) и отрицательным влиянием вредных привычек (пациент курил в течение 40 лет). В ретроспективной динамике отмечается отсутствие соблюдения врачебных рекомендаций, о чем свидетельствуют высокие показатели липопротеинов низкой плотности и отрицательная динамика атеросклероза коронарных артерий.

### Заключение

Таким образом, представленное клиническое наблюдение сверхотдаленного результата баллонной ангиопластики мотивирует на продолжение работ, направленных на изучение эффективности данной процедуры в сверхотдаленные сроки. Безусловно, мы не критикуем лидирующие позиции стентирования в лечении ИБС. Однако, учитывая рост пациентов с предстоящим хирургическим вмешательством, которым невозможно применить двойную дезагрегантную терапию на длительный период, целесообразностью стентирования дистальных отделов коронарных артерий в связи с возможной необходимостью выполнения прямой реваскуляризации миокарда в будущем и т.п. (9), баллонная ангиопластика могла бы занять особую позицию как самостоятельная процедура в лечении больных ИБС. Учитывая длительную отрицательную динамику атеросклероза в течение 14 лет наблюдения, можно сделать вывод о необходимости строгого соблюдения лекарственной терапии у пациентов со стенозирующим атеросклерозом.

## Introduction

For more than 20 years, coronary heart disease (CHD) has been the leading cardiovascular system (CVS) disease in terms of the number of deaths per population worldwide. According to WHO, since 2000 mortality rate from circulatory system diseases in the world has increased by 2 million, and by 2019 it was almost 9 million people (1). In Russia, mortality from circulatory system diseases holds the first place with a tendency to increase by 11.6% per year (97.3 thousand cases) (2).

Even though stable CHD may have benign clinical course for many years due to widespread use of various medication therapy, minimally invasive X-ray endovascular and surgical methods of myocardial revascularization, such as balloon angioplasty and stenting, have begun to be actively introduced into the clinical practice for the treatment of the disease. Currently, percutaneous coronary interventions began taking a leading position in the treatment of coronary heart disease (3). However, balloon angioplasty, as an independent method of treatment, has almost completely ceased to be used in X-ray endovascular surgery. At the moment, this procedure has the role of pre- and post-dilation during percutaneous coronary interventions. These changes occurred for a variety of reasons, among which the prolonged absence of restenosis of the coronary arteries (re-narrowing of the lumen of the vessel subjected to angioplasty) can be highlighted.

At the same time, it is necessary to take into account the fact that stenting has its own absolute and relative contraindications. In such cases, balloon angioplasty could become an alternative procedure and take a special place in the treatment of patients with CHD, since this method does not have the limitations intrinsic to stenting. It also should be noted that stents used in the surgical treatment of coronary heart disease contain materials that could cause allergic reactions in some patients (4). In addition, given the increase in life expectancy and, as a result, the increase in the proportion of patients with comorbidities per population, balloon angioplasty could play the role of a "rescue" treatment method for patients with CHD undergoing staged surgeries of a different profile within a short time, due to lack of need for an antiplatelet therapy.

Unfortunately, in the medical practice worldwide there are only a few works that describe

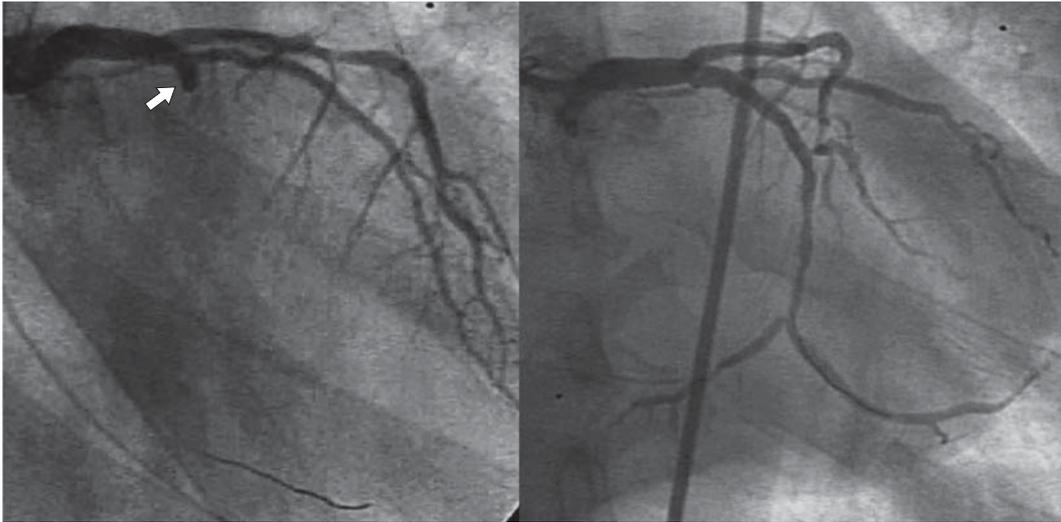
merely long-term outcomes of balloon angioplasty (5). However, reports on clinical cases have appeared in the scientific community recently, suggesting good clinical results in the ultra-long-term period (more than 10 years) (6, 7). We believe that the exclusion of balloon angioplasty as an independent method of myocardial revascularization is hasty. Thus, in order to assess the feasibility of studying the issue of the full-scale independent use of balloon angioplasty for the treatment of coronary atherosclerosis, further analysis of this aspect is required, as well as the accumulation of experience.

## Clinical case report

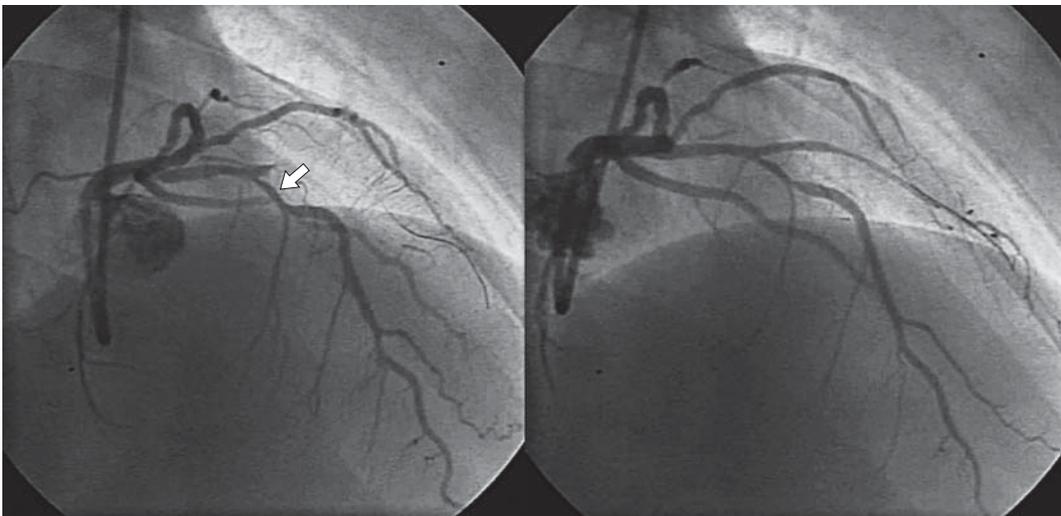
Patient E., 59 years old, was admitted to the Research practical center of interventional cardiology of Sechenov University in 2019 with complaints of pressing retrosternal pain on moderate physical exertion, which was relieved at rest or after taking nitroglycerin.

According to the history data, for the first time the patient was hospitalized to the clinical center by an ambulance in January 2005 with a diagnosis of acute Q-wave posterior-lateral myocardial infarction. On admission, typical complaints were noted, namely, tearing retrosternal pain for an hour, which was not relieved with nitroglycerin. The patient noted such pain for 2 years; deterioration occurred in the last 6 months as represented by increased frequency of angina attacks up to 1 time per day. On examination, the patient's condition is severe, conscience is clear, position of the body is not forced. Skin and mucous membranes are of normal color and moisture, no signs of peripheral edema. Respiratory rate (RR) – 16 per minute. On lungs auscultation: vesicular breath sounds throughout all lung fields, no rales. On heart auscultation: heart sounds are mildly muffled, rhythmic, no murmurs. Heart rate (HR) – 68 per minute. Blood pressure (BP) – 130/80 mm Hg. Pulse on the peripheral arteries is satisfactory. Unhealthy habits – smoking for 10 years (smoking index = 25 pack/year). The family history includes a previous myocardial infarction in patient's father. No history of allergies.

Electrocardiography (ECG) data on admission: sinus rhythm with HR 72 per minute, pattern of acute posterior-lateral myocardial infarction. According to echocardiography data, there was akinesia of the basal and middle third of the posterior wall, as well as the middle third of the lateral wall of the left ventricle. Left ventricular ejection fraction (LVEF) – 57% by Simpson method. In addition, there was a multid-



**Fig. 1.** Angiogram of the LAD. Up to 70–75% stenosis of the LAD (arrow) (left). Results of stenting of the LAD (right).



**Fig. 2.** Angiogram of the 1-DB. Occlusion of the 1-DB (arrow) (left). Results of stenting of the 1-DB (right).

rectional movement of the mitral valve leaflets with regurgitation into the left atrium up to 2–3 stages. Taking into account the condition severity, the data of examination and instrumental methods of study, a decision was made to perform urgent coronary angiography (CAG). According to the examination results, a balanced type of coronary circulation was identified. The left main coronary artery (LCA) is normally developed, not changed. The left anterior descending artery (LAD) is stenotic in the middle segment (after the origin of the 1st diagonal branch) by 70–75% (Fig. 1). The first diagonal branch (1-DB) is occluded from the orifice, weakly filled via collaterals (Fig. 2). The circumflex artery (CxA) is occluded in the proximal segment after the origin of the first marginal artery (1-MA) (Fig. 3, 4). Antegrade blood flow: TIMI 0. Filling of the distal vessels is weak, via intra-system collaterals. The first marginal artery is moderately developed, stenotic from the orifice up to

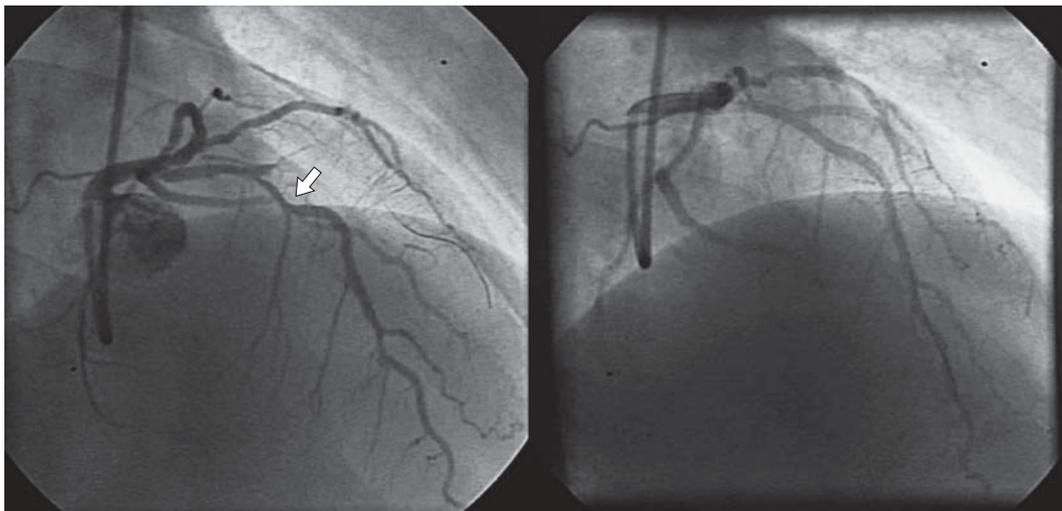
70%. The right coronary artery (RCA) is without hemodynamically significant stenosis (Fig. 5).

Taking into account the CAG results, a decision was made to perform mechanical recanalization and subsequent balloon angioplasty of the middle segment of CxA LCA with a  $3.5 \times 25$  mm U-Pass balloon catheter with a good angiographic result (see Fig. 3).

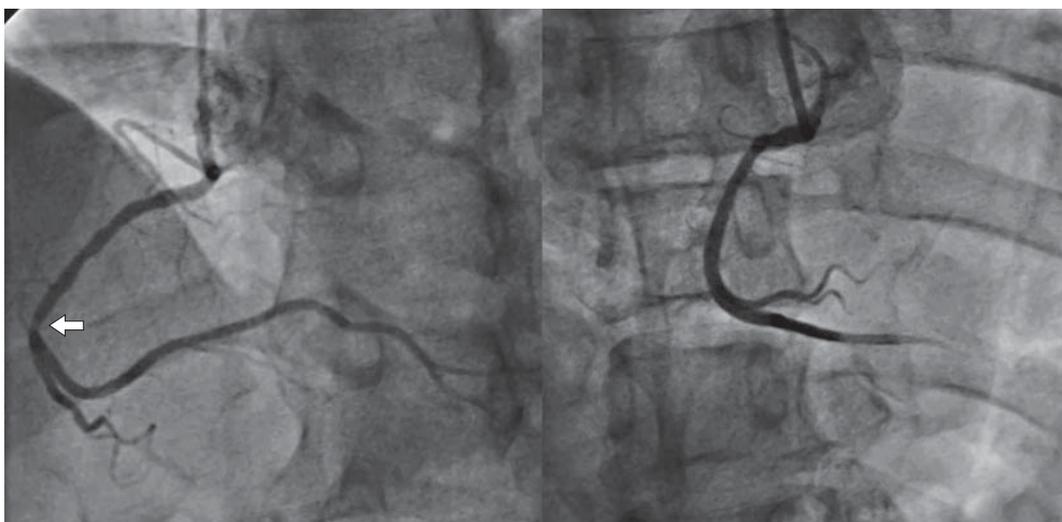
In addition, mechanical recanalization and stenting of 1-DB with  $2.5 \times 13$  mm BX-Sonic stent and direct stenting of LAD with  $2.5 \times 23$  mm R-stent evolution were performed (see Fig. 2, 1).

Procedure of the percutaneous coronary intervention (PCI) and postoperative period were uncomplicated. Laboratory blood indices for the entire period of hospitalization were without significant changes. On the tenth day after PCI, cycle ergometry was performed; its results were considered as negative.

The patient was discharged in a fair condition for the follow-up by a cardiologist at the place of resi-



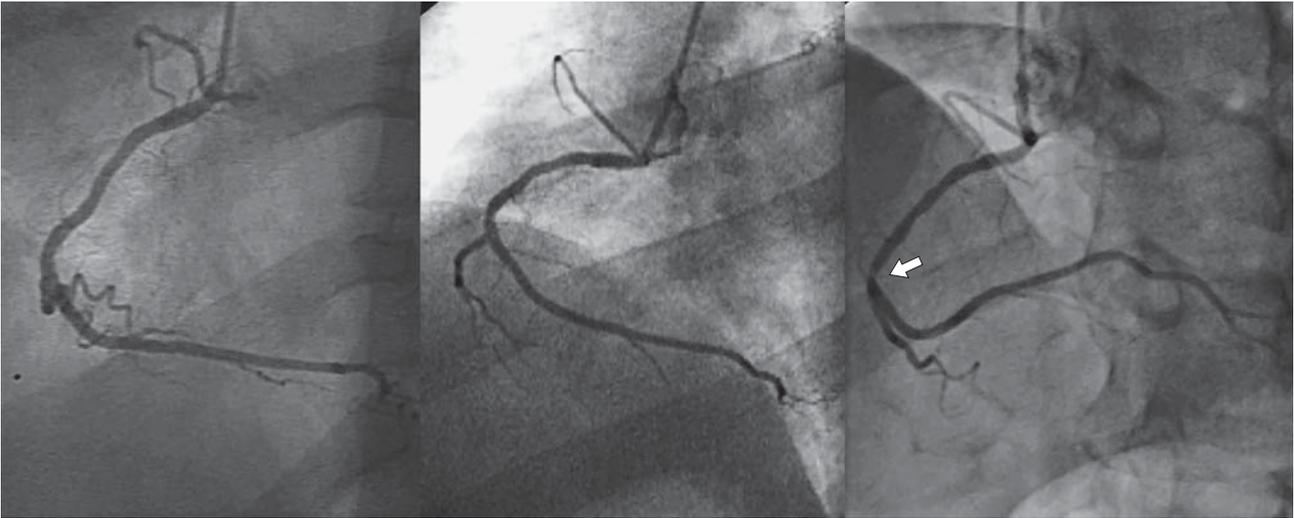
**Fig. 3.** Angiogram of the CxA. Occlusion of the CxA (arrow) at the edge between the proximal and the middle segments (left). Results after balloon angioplasty of the CxA (right).



**Fig. 4.** Angiogram of the RCA. 75% stenosis of the RCA (arrow) (left). Results of stenting of the RCA (right).



**Fig 5.** Serial angiograms of the CxA. Left to right: angiograms obtained in 2005 (before and after angioplasty), 2007, 2019.



**Fig. 6.** Serial angiograms of the RCA. Left to right: angiograms obtained in 2005, 2007, 2019 (the site of 75% stenosis is shown by the arrow).

dence with further recommendations for subsequent hospitalization for the control after 6 months, as well as the mandatory intake of dual antiplatelet therapy.

In accordance with the recommendations, the patient was re-hospitalized after 6 months for control CAG. According to coronary angiography, LMCA is unremarkable. There is no stenosis in the proximal segment of LAD after stenting. 1-DB: re-occlusion after stenting, good filling via collaterals. The middle segment of the CxA LCA: condition after angioplasty, without restenosis. RCA has no hemodynamically significant stenosis. The patient was discharged with recommendations to continue antiplatelet and lipid lowering therapies.

In January 2007, the patient was re-admitted to the cardiology department for repeated CAG due to indeterminate result of the treadmill test. According to coronary angiography, left main coronary artery is normally developed, not changed. There is no stenosis in the proximal segment of LAD after stenting. Occlusion of the 1-DB in the stent implanted in 2005. The middle segment of the CxA LCA: condition after angioplasty, without restenosis (see Fig. 4). RCA is diffusely changed, mainly in the proximal and middle third, without hemodynamically significant stenoses (see Fig. 5). Further follow-up by a cardiologist at the place of residence with continuous medication therapy is recommended.

Later on, the patient did not come for control examinations due to the absence of complaints associated with the cardiovascular system.

After 14 years (in 2019), the patient re-developed typical clinical picture of angina pectoris during minimal physical exertion and at rest. On examination, the patient's condition is satisfactory.

Skin and mucous membranes are of normal color and moisture, no signs of peripheral edema. Respiratory rate 17 per minute. On lungs auscultation: vesicular breath sounds throughout all lung fields, no rales. On heart auscultation: heart sounds are mildly muffled, rhythmic, no murmurs. Heart rate – 72 beats per minute. Blood pressure – 120/70 mm Hg. Pulse on the peripheral arteries is satisfactory.

ECG data on admission: sinus rhythm with HR 59 beats per minute, pathologic Q-wave in II, III, aVF leads. Inverted T-wave in II, III, aVL, V<sub>5</sub>–V<sub>6</sub> leads. Echocardiography showed akinesis of the basal segment with a transition to the middle segment of the inferior wall, akinesis of the basal and middle segments with a transition to the apical segment of the posterior wall, akinesis of the basal segment and hypokinesis of the middle segment of the lateral wall. Left ventricular ejection fraction (LVEF) – 41% (Simpson). Dilatation of the left atrium.

During the Holter's ECG monitoring, a short episode of ST segment elevation up to 2 mm was recorded in leads V<sub>5</sub> and aVF.

Taking into account the examination data and results of instrumental methods, it was recommended to perform CAG. The examination revealed, a balanced type of coronary circulation is identified. LMCA is normally developed, moderately changed. LAD has moderate diffuse changes in the site of previous stenting, without signs of significant stenosis. 1 DB is occluded from the orifice in the stent implanted in 2005 with satisfactory filling via inter-system collaterals. The middle segment of the CxA LCA: condition after angioplasty, without restenosis (see Fig. 4). 1-MA is diffusely changed, narrowed up to 70% in the proximal segment and up to 70–

75% in the middle segment. RCA is diffusely changed, stenosed in the middle segment up to 70–75% (Fig. 6, 5).

A decision was made to perform stenting of the middle segment of RCA with Resolute Integrity stent 3 × 26 mm (see Fig. 6). The procedure was performed with optimal results.

### Discussion of the obtained results

The retrospective 14-year analysis suggests that in some cases, coronary balloon angioplasty achieves good results in patients with CHD both in the early and in the long-term periods. This is evidenced by the good outcomes of balloon angioplasty of the LCA during the entire follow-up period (14 years). Moreover, it can be assumed that a technically correct coronary balloon angioplasty (balloon angioplasty performed with a balloon of optimal size without signs of residual stenosis/dissection of the vessel) guarantees a long-term good outcome. It should be noted that the patient underwent stenting of 1-DB and LAD with BX-Sonic and R stent evolution stents, which showed unsuccessful and suboptimal results, respectively, in observation over time. However, the effectiveness of stenting cannot be objectively assessed due to the difference in the types of stents, as well as the lack of treatment adherence. In addition, with this clinical observation as an example, it is possible to analyze the negative dynamics of coronary atherosclerosis. This is evidenced by a gradual 14-year progression of atherosclerosis in the right coronary artery, fol-

lowed by stenting with a stent Resolute Integrity 3 × 26 mm, as well as post-stenting restenosis in the 1-DB. Indeed, it should be noted that this result is directly associated with the adherence to medication therapy (8) and negative impact of unhealthy habits (the patient smoked for 40 years). Retrospectively, there is a lack of compliance with medical recommendations, as evidenced by high levels of low-density lipoprotein (LDL) and negative dynamics of atherosclerosis of the coronary arteries.

### Conclusions

Thus, the presented clinical case of the ultra-long-term outcome of the balloon angioplasty motivates us to continue work focused on studying the effectiveness of this procedure in the ultra-long term. Definitely, we do not criticize the leading positions of stenting in the treatment of CHD. However, given the increase in the number of patients with upcoming surgery, who cannot be treated with long-term dual antiplatelet therapy, the impracticality of stenting the distal parts of coronary arteries, due to the possible future need in the direct myocardial revascularization, etc. (9), balloon angioplasty could take a special position as an independent procedure in the treatment of patients with CHD. Taking into account the long-term negative dynamics of atherosclerosis during 14 years of follow-up, it can be concluded that patients with stenosing atherosclerosis must strictly adhere to the medication therapy.

### Список литературы [References]

- World Health Organization. The top 10 causes of death. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019>
- Малков П.В. Россия в цифрах. Краткий статистический сборник. М.: Росстат, 2021. 275 с. ISBN: 978-5-89476-450-4 УДК 31(470) БКК 65.051.5(2Рос)  
Malkov P.V. Russia in Figures. Brief statistical digest. - M.: Rosstat, 2021. 275 с. ISBN: 978-5-89476-450-4. УДК 31(470) БКК 65.051.5(2Рос) (In Russian)
- Schumacher H.C., Meyers P.M., Higashida R.T. et al.; Society of NeuroInterventional Surgery; Society of Interventional Radiology; American Association of Neurological Surgeons; American Academy of Neurology. Reporting standards for angioplasty and stent-assisted angioplasty for intracranial atherosclerosis. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2009, 20 (7, Suppl.), S451–473. <http://doi.org/10.1016/j.jvir.2009.03.005>
- Wang G., Zhao Q., Chen Q. et al. Comparison of drug-eluting balloon with repeat drug-eluting stent for recurrent drug-eluting stent in-stent restenosis. *Coron. Artery Dis.* 2019, 30 (7), 473–480. <http://doi.org/10.1097/MCA.0000000000000784>
- Kiemeneij F., Serruys P.W., Macaya C. et al. Continued benefit of coronary stenting versus balloon angioplasty: five-year clinical follow-up of Benestent-I trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2001, 37 (6), 1598–1603. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01207-4](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01207-4)
- Стрелкова А.В., Асадов Д.А., Фоменко В.В., Иоселиани Д.Г. Отдаленные результаты транслюминальной баллонной ангиопластики коронарных артерий у больных с ишемической болезнью сердца. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2022, 15 (3), 302–309. <https://doi.org/10.17116/kardio202215031302>  
Strelkova A.V., Asadov D.A., Fomenko V.V., Ioseliani D.G. Long-term results of balloon angioplasty of coronary arteries in patients with coronary artery disease. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2022, 15 (3), 302–309. <https://doi.org/10.17116/kardio202215031302> (In Russian)

7. Iosseliani D.G., Asadov D.A., Kurochkina I.M. Clinical observation of the successful outcome of balloon angioplasty of the right coronary artery of the heart fourteen years after the procedure in a patient with chronic ischemic heart disease. *Kardiologiia*. 2019, 59 (9S), 51–62. PMID: 31644417 (In Russian)
8. Ceral J., Habrdova V., Vorisek V. et al. Difficult-to-control arterial hypertension or uncooperative patients? The assessment of serum antihypertensive drug levels to differentiate non-responsiveness from non-adherence to recommended therapy. *Hypertens Res*. 2011, 34 (1), 87–90. <https://doi.org/10.1038/hr.2010.183>
9. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J*. 2019, 40 (2), 87–165. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394>

## Сведения об авторах [Authors info]

**Курочкина Ирина Михайловна** – врач-терапевт, кардиолог, аспирант кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0010-3961>

\* **Адрес для переписки:** Курочкина Ирина Михайловна – тел.: +7-916-394-54-34. E-mail: [imkurochkina@mail.ru](mailto:imkurochkina@mail.ru)

**Irina M. Kurochkina** – general practitioner, cardiologist, postgraduate student, Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0010-3961>

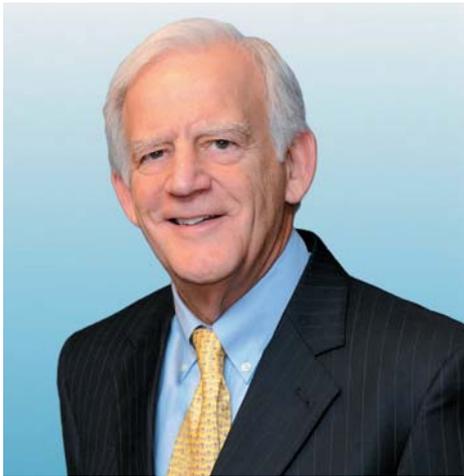
\* **Address for correspondence:** Irina M. Kurochkina – phone: +7-916-394-54-34. E-mail: [imkurochkina@mail.ru](mailto:imkurochkina@mail.ru)

**Статья получена** 25 ноября 2022 г.  
**Manuscript received** on November 25, 2022.

**Принята в печать** 4 февраля 2023 г.  
**Accepted for publication** on February 04, 2023.

## 80 лет профессору Энтони Н. ДеМария

### Professor Anthony N. DeMaria 80th anniversary



Исполнилось 80 лет профессору Энтони Н. ДеМария, иностранному члену РАН, члену Американской коллегии кардиологов, члену Европейского кардиологического общества, главному редактору журнала “Structural Heart: The Journal of the heart team”, почетному члену РНОИК и члену редакционного совета нашего журнала.

Э. ДеМария автор более 700 активно цитируемых публикаций в медицинских журналах. Его имя неоднократно включалось в списки лучших врачей и лучших кардиологов Америки. В прошлом он был председателем

Professor Anthony N. DeMaria, foreign member of the Russian Academy of Sciences, fellow of the American College of Cardiology, Fellow of the European Society of Cardiology, Editor-in-Chief of “Structural Heart: The Journal of the heart team”, Honorary member of the Russian Society of Interventional Cardioangiology and member of the Editorial Council of our journal turned 80.

Anthony DeMaria is the author of over 700 actively cited publications in medical journals. On numerous occasions, he was listed in The Best Doctors and Best Cardiologists in America. He is past president of the American Society of Echocardiography (1985–1987) and past (and youngest ever) president of the American College of Cardiology (1988). In 2002–2014, he was the Editor-in-Chief of the “Journal of the American College of Cardiology”. Also, he is past Head of the Departments of cardiovascular diseases in

Американского общества эхокардиографов (1985–1987) и Американской коллегии кардиологов (1988), главным редактором “Журнала Американской коллегии кардиологов” (2002–2014), руководителем отделения сердечно-сосудистых заболеваний в Университете Кентукки (1981–1992) и Калифорнийском университете в Сан-Диего (1992–2004). Он обладатель множества почетных титулов, в том числе престижного звания члена Ассоциации университетских кардиологов. В настоящее время является профессором медицины на кафедре кардиологии им. Джудит и Джека Уайта и директором-учредителем Центра сердечно-сосудистых заболеваний Сульпицио Калифорнийского университета в Сан-Диего. Он является членом редакционных коллегий и редактором-консультантом почти 30 медицинских журналов.

В 2012 г. Энтони ДеМария принял приглашение стать содиректором Международного курса “Современные тенденции в лечении острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST (ST-ОИМ) – от теории к повседневной практике” и в 2012–2019 гг. посещал нашу страну в связи с проведением этого курса.

Поздравляем нашего коллегу и друга с этой знаменательной датой и шлем ему самые искренние пожелания здоровья, счастья, процветания и дальнейшей плодотворной работы.

Kentucky University (1981–1992) and of California university in San-Diego (1992–2004). He has a lot of honorary titles, including the most prestigious title of the member of the Association of University Cardiologists. At present he is the Judith and Jack White Chair in Cardiology and founding director of the Sulpizio Cardiovascular Center at UC San Diego. He serves on the editorial boards and acts as editorial consultant for almost 30 medical journals.

In 2012, Professor A. DeMaria accepted the invitation to become Co-Director of the International Course “Modern Trends in the Treatment of STEMI – from Guidelines to Daily Practice”, and in 2012–2019 was a regular guest in Moscow in relation with this Course.

We congratulate our colleague and friend on this memorable occasion and send him our most sincere wishes of health, happy and prosperous life and further fruitful work.