

Международный
журнал
интервенционной
кардиоангиологии

International Journal
of Interventional
Cardioangiology

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

№ 75
2023

Читайте в номере:

Современное состояние
проблемы хирургического
лечения пациентов
с атеросклеротическим
поражением артерий
нижних конечностей.
Обзор литературы

М.В. Агарков, Д.Н. Лазакович,
К.Л. Козлов, О.Б. Герцог, Е.Д. Любивый

Read in this issue:

Current state of surgical treatment
of patients with lower limb
arteriosclerosis. Literature review

M.V. Agarkov, D.N. Lazakovich,
K.L. Kozlov, O.B. Gertsog, E.D. Lubiviy



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ КАРДИОАНГИОЛОГИИ

№ 75-2023

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
www.akc.ru
Подписной индекс E82182

Адрес в Интернете:
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-М

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

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

№ 75-2023

“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-M Publishing House

Computer makeup:

Yu. Kushel

Corrector:

T. Lukovskaya

Special gratitude to
George Guigineishvili,
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

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

ISSN 1727-818X



Executive Editor

E.D. Bogatyrenko

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)
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
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

КАРДИОЛОГИЯ

Особенности ведения острого инфаркта миокарда, осложненного кардиогенным шоком, в условиях инвазивного стационара: клиническое наблюдение и обзор литературы

И.И. Шевченко, Р.В. Лаптиеv, Е.А. Басова, Е.О. Телегина 9

ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ АНГИОЛОГИЯ

Эндоваскулярное лечение кровотечения из ягодичной артерии: комплексное исследование серии наблюдений

А.В. Иванов, Р.М. Шабает, В.А. Иванов, П.М. Староконь, О.В. Пинчук, М.И. Ахиеv, М.А. Воронова 28

ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ КАРДИОЛОГИЯ

Рентгенэндоваскулярное лечение аневризмы правой коронарной артерии с помощью стент-графта (клиническое наблюдение)

С.Т. Джошибает, Е.Т. Шералы, В.К. Сейсембеков, Т.К. Сейсембеков, К.Г. Капусиди 48

Одноцентровое ретроспективное исследование Т-стентирования с минимальной протрузией стента боковой ветви в основную ветвь при бифуркационном поражении коронарных артерий у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца и с острым коронарным синдромом

Т.В. Кислухин, Е.Ю. Костырин, А.И. Туманов, А.Л. Титов, А.А. Патрикеева, Г.В. Саламов 54

СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ

Современное состояние проблемы хирургического лечения пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей.

Обзор литературы

М.В. Агарков, Д.Н. Лазакович, К.Л. Козлов, О.Б. Герцог, Е.Д. Любивый 76

CONTENTS

CARDIOLOGY

Aspects of the management of acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock in an invasive hospital setting: clinical observation and literature review

I.I. Shevchenko, R.V. Laptiev, E.A. Stetsula, E.A. Basova, E.O. Telegina 9

INTERVENTIONAL ANGIOLOGY

Endovascular treatment of gluteal artery haemorrhage: a comprehensive case series study

A.V. Ivanov, R.M. Shabaev, V.A. Ivanov, P.M. Starokon, O.V. Pinchuk, M.I. Akhiev, M.A. Voronova 28

INTERVENTIONAL CARDIOLOGY

X-ray endovascular treatment for the right coronary artery aneurysm using a stent graft (clinical case)

S.D. Joshibayev, E.T. Sheraly, V.K. Seisembekov, T.K. Seisembekov, K.G. Kapussidi 48

A single-center retrospective study of T-stenting and protrusion in bifurcation lesions of the coronary arteries in patients with chronic coronary artery disease and with acute coronary syndrome

T.V. Kislukhin, E.Yu. Kostyrin, A.I. Tumanov, A.L. Titov, A.A. Patrikeeva, G.V. Salamov 54

VASCULAR SURGERY

Current state of surgical treatment of patients with lower limb arteriosclerosis. Literature review

M.V. Agarkov, D.N. Lazakovich, K.L. Kozlov, O.B. Gertsog, E.D. Lubiviy 76

Особенности ведения острого инфаркта миокарда, осложненного кардиогенным шоком, в условиях инвазивного стационара: клиническое наблюдение и обзор литературы

И.И. Шевченко^{1,2}, Р.В. Лаптиев^{1*}, Е.А. Басова¹, Е.О. Телегина¹

¹ БУЗ Воронежской области "Воронежская городская больница скорой медицинской помощи №10", Воронеж, Россия

² ФГОУ ВО "Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Воронеж, Россия

Представлено клиническое наблюдение пациента 62 лет с острым инфарктом миокарда, осложненным кардиогенным шоком, госпитализированного в инвазивный стационар. Распространенность кардиогенного шока снизилась в современной клинике до 7–8%, но он остается одной из ведущих причин смерти. Экстренное проведение коронароангиографии с возможным стентированием коронарных артерий позволяет улучшить прогноз у этих пациентов. При коронарографии выявлено многососудистое поражение коронарного русла, которое предполагает как полную реваскуляризацию пораженных артерий, так и проведение стентирования только инфарктсвязанной артерии. С учетом тяжести состояния пациенту не проведена полная реваскуляризация миокарда. Послеоперационное ведение включало адекватную инотропную поддержку, физическую и психологическую реабилитацию.

Ключевые слова: острый инфаркт миокарда; кардиогенный шок; коронароангиография; стентирование; реабилитация

Для цитирования: И.И. Шевченко, Р.В. Лаптиев, Е.А. Басова, Е.О. Телегина. Особенности ведения острого инфаркта миокарда, осложненного кардиогенным шоком, в условиях инвазивного стационара: клиническое наблюдение и обзор литературы. *Международный журнал интервенционной кардиологии.* 2023; 75 (4): 9–27.

Авторы сообщают, что работа выполнена без финансовой поддержки. Авторы также сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Aspects of the management of acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock in an invasive hospital setting: clinical observation and literature review

I.I. Shevchenko^{1,2}, R.V. Laptiev¹, E.A. Stetsula¹, E.A. Basova¹, E.O. Telegina¹

¹ Voronezh City Emergency Hospital No. 10, Voronezh, Russia

² N.N. Burdenko Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Voronezh, Russia

A clinical case of a 62-year-old patient with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock hospitalized in an invasive hospital is presented. The prevalence of cardiogenic shock has decreased in the modern clinic to 7–8%, but it remains one of the leading causes of death. Emergency coronary angiography with eventual stenting of the coronary arteries can improve the prognosis in these patients. Coronary angiography revealed a multivessel lesion of the coronary bed, which involves both complete revascularization of the affected arteries and stenting of only the infarct-related artery. Taking into account the severity of the condition, the patient did not undergo complete myocardial revascularization. Postoperative management included adequate inotropic support, physical and psychological rehabilitation.

Keywords: acute myocardial infarction; cardiogenic shock; coronary angiography; stenting; rehabilitation

For citation: I.I. Shevchenko, R.V. Laptiev, E.A. Stetsula, E.A. Basova, E.O. Telegina. Aspects of the management of acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock in an invasive hospital setting: clinical observation and literature review. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2023; 75 (4): 9–27.

Conflict of interest: Authors report that the work was performed without financial support. The authors also report no conflicts of interest.

Цель исследования: оценка особенностей ведения пациента с острым инфарктом миокарда (ОИМ), осложненным кардиогенным шоком (КШ), на догоспитальном и госпитальном этапах в условиях инвазивного стационара.

Обоснование. Одним из самых тяжелых осложнений ОИМ является КШ, который, несмотря на снижение распространенности до 7–8% в современной клинике, остается одной из ведущих причин смерти. Согласно современным клиническим рекомендациям, улучшить прогноз позволяет экстренное проведение коронароангиографии (КАГ) с возможным стентированием коронарных артерий. Представляется актуальным анализ клинического наблюдения пациента с ОИМ с подъемом сегмента ST, осложненного КШ, госпитализированного в инвазивный стационар.

Методы. Использованы данные анамнеза, электрокардиограммы (ЭКГ), эхокардиограммы (ЭхоКГ), лабораторные данные. КАГ и стентирование коронарных артерий выполнены с использованием ангиографа Phillips Asurion 7M20.

Результаты. Пациент Т., 62 лет, с диагнозом: ИБС, ОИМ доставлен фельдшерской бригадой из района через 13 ч от начала клинической картины в тяжелом состоянии: АД 75/50 мм рт.ст., SaO₂ 86%. На ЭКГ признаки циркулярного ОИМ. Неотложная КАГ: окклюзия правой коронарной артерии, стеноз огибающей артерии (ОА) до 70%; критический стеноз интермедиальной артерии (ИА); окклюзия передней межжелудочковой артерии. Интраоперационно вводился интегрелин, стентированы ствол ЛКА, ОА и ИА, продолжена инотропная поддержка, введение гепарина, неинвазивная вентиляция легких. Фракция выброса 27,8%, гипо-, а-, дискинез передних, боковых и нижних отделов левого желудочка. Пребывание в стационаре составило 21 день, физическая и психологическая реабилитация осуществлялась уже со 2-го дня. В удовлетворительном состоянии переведен в реабилитационное отделение городской клинической больницы.

Заключение. Неотложная коронарография является методом выбора у пациентов с КШ. Многососудистое поражение предполагает как полную реваскуляризацию пораженных артерий, так и проведение стентирования только инфарктсвязанной артерии. Послеоперационное ведение пациентов включает адекватную инотропную поддержку, физическую и психологическую реабилитацию.

Список сокращений

АД – артериальное давление
 АлАТ – аланинаминотрансфераза
 АсАТ – аспартатаминотрансфераза
 АЧТВ – активированное частичное тромбoplastиновое время
 ДАД – диастолическое артериальное давление
 ИА – интермедиальная артерия
 ИБС – ишемическая болезнь сердца
 КАГ – коронароангиография
 КДО – конечный диастолический объем
 КСО – конечный систолический объем
 ЛДГ – лактатдегидрогеназа
 ЛКА – левая коронарная артерия
 ЛПВП – липопротеиды высокой плотности
 ЛПНП – липопротеиды низкой плотности
 МВ КФК – МВ-фракция креатинфосфокиназы
 МНО – международное нормализованное отношение
 ОА – огибающая артерия
 ОИМ – острый инфаркт миокарда
 ПИТ – палата интенсивной терапии
 ПКА – правая коронарная артерия
 ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия
 ПТИ – протромбиновый индекс
 САД – систолическое артериальное давление
 СРБ – С-реактивный белок
 УО – ударный объем
 ФВ – фракция выброса
 ЧСС – частота сердечных сокращений
 ЭКГ – электрокардиография
 ЭхоКГ – эхокардиография

NT-proBNP – N-терминальный промозговой натрийуретический пептид

pH – концентрация ионов водорода

pCO₂ – парциальное давление углекислого газа

pO₂ – парциальное давление кислорода

HCO₃ – бикарбонат

BE – дефицит или избыток буферных оснований

BE esf. – рассчитанный дефицит или избыток буферных оснований

Введение

Острый инфаркт миокарда (ОИМ) по-прежнему остается сложной проблемой неотложной кардиологии, что обусловлено необходимостью принятия быстрых адекватных решений по диагностике и лечению как на догоспитальном, так и госпитальном этапе, а также возможностью развития осложнений, которые значительно отягощают прогноз. Одним из самых тяжелых осложнений ОИМ является кардиогенный шок, который, несмотря на снижение распространенности до 7–8% в современной клинике, остается одной из ведущих причин смерти пациентов с ОИМ (1, 2). Согласно современным клиническим рекомендациям по ведению пациентов с ОИМ, считается необходимым экстренное проведение пациентам с кардиогенным шоком коронароангиографии (КАГ) с возможным последующим стентированием коронарных артерий, что позволяет улучшить прогноз (3, 4). Важным также является послеоперационное наблюдение и ведение пациентов в условиях палаты интенсивной терапии (ПИТ) с мониторингом параметров гемодинамики, подбором адекватной инотропной терапии (5, 6). Представляется актуальным анализ клинического наблюдения пациента с ОИМ с подъемом сегмента ST, осложненного кардиогенным шоком, в условиях ПИТ со стентированием коронарных артерий в отделении рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения больницы скорой помощи.

Материал и методы

Работа выполнена на базе ПИТ кардиологического отделения. Использован анамнестический метод, электрокардиографическая диагностика (ЭКГ) осуществлена 12-канальным электрокардиографом с автоматической интерпретацией и функцией телеметрического контроля КФС-01.001 “Кардиометр-МТ”, а также электрокардио-

графом ЭК12Т-01-Р-Д, эхокардиографическое исследование выполнено аппаратами VIVID iq в ПИТ и Logic E в отделении функциональной диагностики. КАГ и стентирование коронарных артерий выполнены с использованием ангиографа Philips Asurion 7M20. Для оценки параметров гемодинамики в ПИТ использовалась система “Сова”, позволяющая осуществлять мониторинг ЭКГ-сигнала, систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления (АД), сатурации крови (SaO₂). Лабораторная диагностика включала оценку в динамике общего анализа крови, маркеров повреждения миокарда, коагулограммы, кислотно-щелочного состояния.

Клиническое наблюдение

Пациент Т., 62 года, поступил в ПИТ в 13:51 09.01.23 с направительным диагнозом: ИБС, ОИМ. Доставлен фельдшерской бригадой из района, находящегося на расстоянии около 130 км от инвазивного центра больницы скорой помощи. Ухудшение самочувствия около 13 ч назад, когда появились давящие загрудинные боли с иррадиацией в спину и в левую руку, выраженная слабость. Бригадой скорой помощи состояние расценено как ОИМ, догоспитально введено: морфин 1% 1 мл внутривенно (в/в) струйно, аспирин 250 мг, клопидогрель 300 мг, гепарин 4000 ЕД в/в струйно. Со слов пациента, ранее никогда в кардиологии не лечился, ухудшение наступило на фоне полного здоровья. Из анамнеза также известно, что курил около 45 лет по пачке в день, бросил курить месяц назад. Рост 172 см, масса тела 75 кг, индекс массы тела 25,4 кг/м². Осмотрен в противошоковой палате приемного отделения дежурным кардиореаниматологом, состояние расценено как тяжелое. Кожные покровы бледные, тоны сердца приглушены, частота сердечных сокращений (ЧСС) 101 в минуту, АД 75/50 мм рт.ст., SaO₂ 86%. Сознание ясное, правильно ориентирован во времени, пространстве и обстоятельствах. На представленной ЭКГ признаки острого распространенного инфаркта миокарда (рис. 1). Предварительная трактовка заболевания: ИБС, острый крупноочаговый нижний с распространением на передние отделы и боковую стенку инфаркт миокарда от 09.01.23, осложненный в остром периоде кардиогенным шоком, Killip IV. Выполнена рентгенография органов грудной клетки: очаговых и инфильтративных изменений не выявлено, легочный рисунок сгущен, синусы свободны. Консилиумом в составе дежурного кардиореаниматолога, дежурного эндоваску-

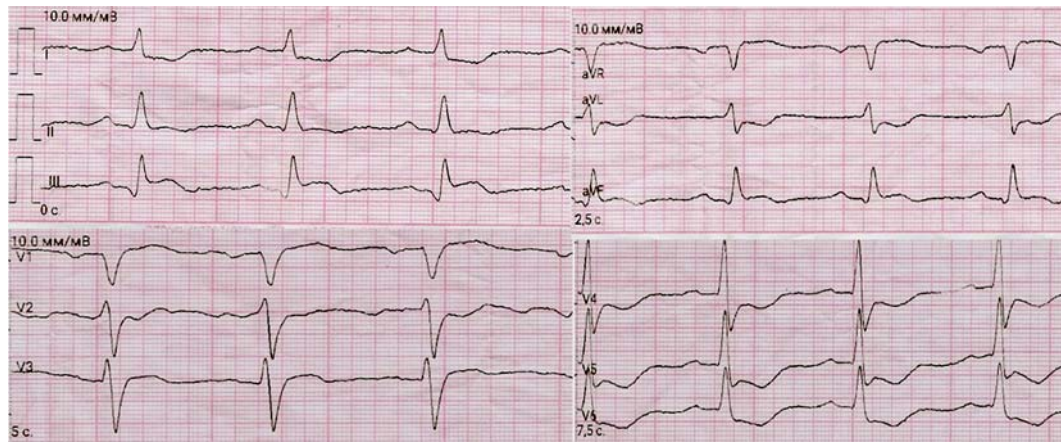


Рис. 1. ЭКГ пациента Т.: синусовый ритм, элевация сегмента ST в отведениях III, aVF, зубец T ± в V3, депрессия ST в отведениях I, aVL, V2, V4–V6, зубец T отрицательный во II отведении.

лярного хирурга и анестезиолога-реаниматолога принято решение о проведении неотложной КАГ с возможным стентированием коронарных артерий. Согласие пациента получено, после приема нагрузочной дозы 300 мг клопидогреля доставлен в рентгеноперационную.

Учитывая нестабильность гемодинамики, в операционной продолжены введение дофаминна 4% 5 мл со скоростью 10 мкг/кг/мин с помощью инфузомата, неинвазивная вентиляция легких в режиме СРАР (Continuous Positive Airway Pressure) с помощью лицевой маски с давлением в дыхательных путях 12 см вод.ст., а также ЭКГ-мониторинг и контроль АД. Пульсация на лучевых артериях не определялась по причине гипотонии. Для выполнения коронарографии выбран трансфеморальный доступ. На коронарограмме выявлены следующие поражения: окклюзия среднего отдела правой коронарной артерии (ПКА), с учетом формы культы и наличия развитых внутрисистемных коллатералей можно предположить хроническое поражение данного участка коронарного русла (рис. 2а); субокклюзия основного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) в дистальном отделе (рис. 2б); стеноз огибающей артерии (ОА) в средней ее трети до 70% (рис. 2б, г); критический стеноз интермедиальной артерии (ИА) от устья до проксимального отдела (рис. 2в); окклюзия передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) от устья, предположительно тоже хроническая (рис. 2 б–г). Изменения на ЭКГ соответствовали поражению, прежде всего, миокарда нижней стенки, а ангиографическая картина была характерна для хронического поражения ПКА. Мы объяснили это тем, что дистальное русло ПКА заполнялось ретроградно через межсистемные коллатерали из ЛКА, и развитие выраженного поражения основного ствола ЛКА на фоне тахикардии привело к появлению

повреждения миокарда на ЭКГ, прежде всего, именно этого участка, который был более уязвим из-за ухудшения состояния коллатерального кровотока. Исходя из тяжести состояния пациента, обусловленной выраженным дефицитом коронарного кровотока, принято решение восстановить кровоток сначала в основном стволе ЛКА, а потом попытаться реканализировать ПМЖА. С учетом возможных тромботических осложнений начато введение ингибитора IIВ/IIIА гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов интегрелина (эптифибатид) внутривенно болюсно с перерасчетом на массу тела 180 мкг/кг с последующим введением через дозатор в дозе 2 мкг/кг/мин в течение суток.

Через проводниковый катетер проведены проводники в ИА и ОА. По проводнику в ОА доставлен баллонный катетер, которым выполнена предилатация ствола ЛКА. По проводнику в ОА доставлен стент Biomatrix 3,5 × 24 мм, который позиционирован от проксимального отдела ОА в ствол ЛКА, выполнено бифуркационное стентирование по типу Culotte. После этого пациент субъективно почувствовал себя легче: утверждал, что стало легче дышать. Через ячейку стента коронарным проводником были предприняты попытки реканализации ПМЖА, но так как определить место ее отхождения ангиографически не удалось, все попытки были безуспешны. Проводник проведен в стенозированную ИА. Баллонным катетером выполнено открытие ячейки стента, после чего выполнено стентирование ИА через ствол стентом Medtronic Resolute Integrity 3,0 × 34 мм. При контроле отмечается окклюзия ветви ИА второго порядка, устье которой казалось интактным до имплантации стента, и краевая диссекция в дистальном отделе имплантированного стента, которая прикрыта стентом Abbott Vascular Xience Alpine 2,75 × 12 мм. Выполнена

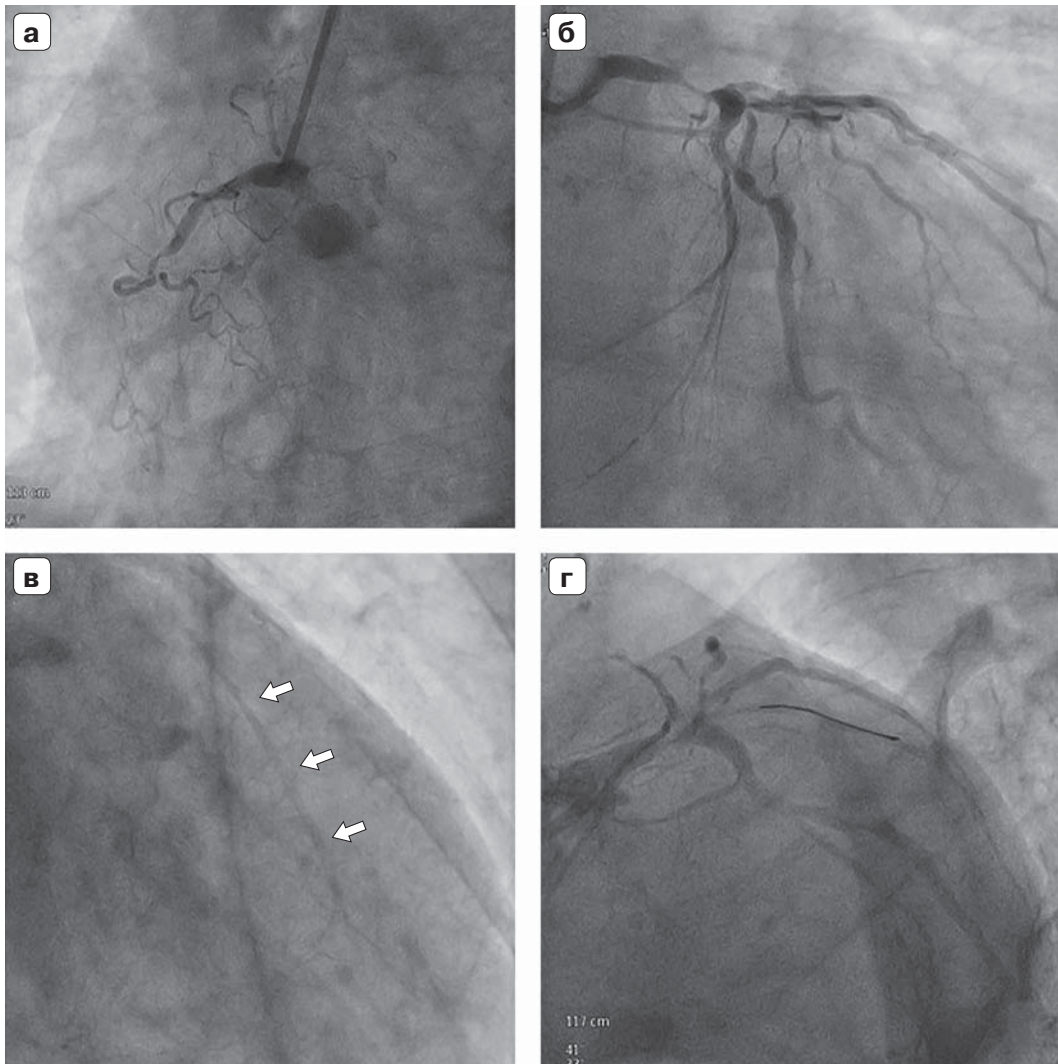


Рис. 2 а–г – коронарограммы пациента Т. Пояснения в тексте.

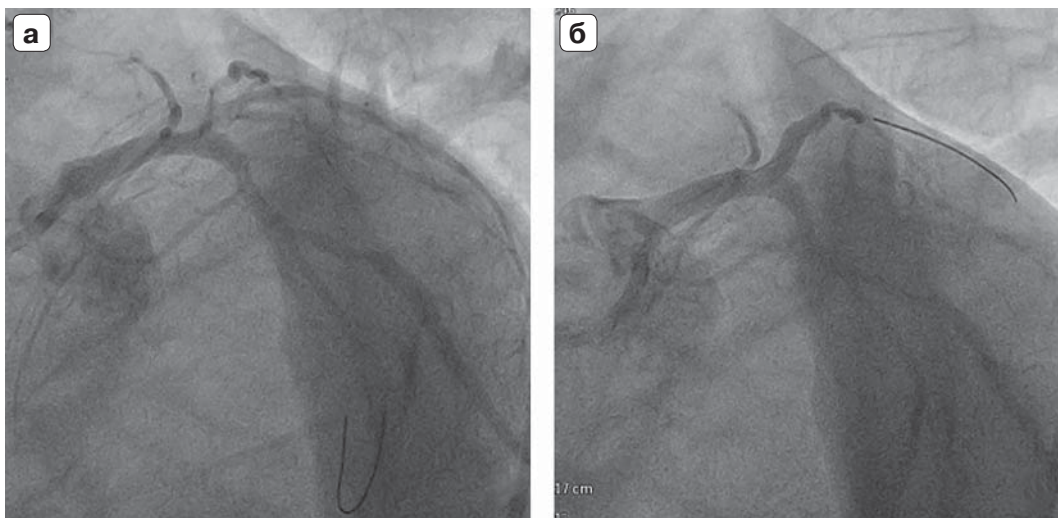


Рис. 3. Коронарограммы пациента Т. с результатами стентирования (пояснения в тексте).

постдилатация мест пересечения стентов, проксимальная оптимизация ствола до бифуркации баллоном 4 мм. С учетом тяжести состояния пациента и невозможности радикального лечения интервенционными методами дилатация двумя баллонами не выполнялась. Ангиографически удалось восстановить кровоток в бассейне ОА и ИА, частично восстановив кровоток по боковой стенке левого желудочка сердца (рис. 3а, б).

Тактика дальнейшего лечения заключалась в терапии кардиогенного шока консервативными методами. Доставлен в ПИТ кардиологии в 16:10, продолжено в/в капельное введение дофамина со скоростью 10 мкг/кг/мин, продолжена неинвазивная вентиляция легких аппаратом Philips Respironics Trilogy в режиме CPAP с давлением в дыхательных путях 10 см вод.ст. с помощью лицевой маски, при этом сатурация поддерживалась на уровне 92%. Клинический анализ крови при госпитализации: гемоглобин – 136 г/л, эритроциты – $4,69 \cdot 10^{12}$ /л, лейкоциты – $20,2 \cdot 10^9$ /л, тромбоциты – $273 \cdot 10^9$ /л, гематокрит – 35,9%. Биохимический анализ: тропонин I – 0,58 нг/мл (N – до 0,5 нг/мл), аспартатаминотрансфераза (АсАТ) – 52 ЕД, аланинаминотрансфераза (АлАТ) – 29 ЕД, мочевины – 6,9 ммоль/л, креатинин – 97 мкмоль/л.

Динамика клинических анализов представлена в таблице.

Анализируя клинические и биохимические анализы крови, необходимо отметить транзиторный лейкоцитоз, который объясняется не только значительным объемом поражения миокарда, но и присоединившейся правосторонней нижнедолевой пневмонией, которая была подтверждена рентгенологическим исследованием на 3-й день госпитализации. Подтверждением значимого объема поражения миокарда является и динамика маркеров повреждения тропонина I и МВ КФК: резкое повышение в первые дни (8,34 нг/мл при норме до 0,5 нг/мл) с последующим снижением. Транзиторное повышение мочевины и креатинина обусловлено гипоперфузией почек, связанной с низким сердечным выбросом. В то же время не выявлено существенного изменения кислотно-щелочного состояния, отмечался лишь незначительный преходящий ацидоз (рН 7,31). Стрессовая транзиторная гипергликемия в первые дни (10,7 ммоль/л) сменилась нормальным уровнем глюкозы и не потребовала коррекции.

На 2-й день пребывания в ПИТ выполнена эхокардиография (ЭхоКГ), при этом получены следующие результаты: конечный диастолический объем (КДО) – 180 см³, конечный систолический

объем (КСО) – 130 см³, ударный объем (УО) – 50 см³, фракция выброса (ФВ) – 27,8%. При оценке сократимости миокарда выявлен гипо-, а-, дискинез переднеперегородочных отделов, верхушки, боковых и нижних отделов левого желудочка (рис. 4а). На фоне проводимого лечения через 2 нед выполнена контрольная ЭхоКГ, КДО – 227 см³, КСО – 152 см³, УО – 75 см³, ФВ – 33%. За время лечения в ПИТ на эхокардиограмме выявлена определенная положительная динамика: увеличились УО и ФВ, в то же время сохранились зоны гипокинеза и дискинеза, значимо (на 47 и 22 см³ соответственно) увеличился КДО и КСО (рис. 4б). Таким образом, ремоделирование миокарда на фоне ОИМ привело к неоднозначным результатам: улучшение систолической функции сопровождалось ростом преднагрузки и КСО миокарда.

Течение ОИМ оказалось пролонгированным, пребывание в ПИТ составило 21 день ввиду нестабильности гемодинамики, сохранявшейся гипотонии, что потребовало длительного капельного введения дофамина инфузодомом, сначала в течение 5 дней в дозе 10 мкг/кг/мин, затем в течение 5 дней – 7 мкг/кг/мин, в течение 8 последующих дней 5 мкг/кг/мин. Попытки более быстрого снижения дозы дофамина с инотропной до почечной оказывались безуспешными, гипотония рецидивировала и сопровождалась гипоперфузией, прежде всего почек, что проявлялось олигурией. Полностью отказаться от введения дофамина оказалось возможным только за 3 дня до выписки. В течение всего периода пребывания в ПИТ больной получал кислородотерапию через назальные канюли с потоком 7–10 л/мин, что позволяло поддерживать сатурацию на уровне 90–94%. Течение ОИМ осложнилось на 14-й день нарушением сердечного ритма в форме фибрилляции-трепетания предсердий, тахисистолии, что привело к развитию отека легких, который был купирован в/в капельным введением нитроглицерина 0,1% 10 мл на 200 мл 0,9% физиологического раствора, а также восстановлением сердечного ритма с помощью 300 мг раствора амиодарона, введенного в/в капельно.

Важное значение имела физическая и психологическая реабилитация, которая осуществлялась пациенту уже со 2-го дня пребывания в ПИТ врачами-реабилитологами отделения ранней реабилитации. Основные реабилитационные методы включали лечебную физическую культуру, физиотерапию, медицинскую психологию, массаж. При строгом постельном режиме лечебная гимнастика направлена на активизацию периферического кровообращения и профилактику ос-

Таблица. Динамика клинических и биохимических анализов

Параметры	Дни госпитализации				
	2-й	5-й	8-й	12-й	19-й
Общий анализ крови:					
Эритроциты, $\cdot 10^{12}/л$	4,52	4,12	3,74	3,51	3,72
Гемоглобин, г/л	145	124	121	115	120
Гематокрит, %	39,4	30,7	35,4	34,0	35,3
Лейкоциты, $\cdot 10^9/л$	29,0	19,2	13,1	13,3	12,8
Тромбоциты, $\cdot 10^9/л$	334	312	371	364	365
Биохимический анализ крови:					
Глюкоза, ммоль/л	10,7	9,2	8,2	7,0	5,5
АсАТ, ЕД	326	128	86	31	56
АлАТ, ЕД	84	92	–	89	69
Мочевина, ммоль/л	11,2	10,3	5,7	6,0	6,6
Креатинин, мкмоль/л	156	134	85	109	130
МВ КФК, ЕД	392	286	111	48	22
Тропонин I, нг/мл	8,34	5,6	1,18	–	0,41
Калий, ммоль/л	4,4	–	4,6	–	4,2
Натрий, ммоль/л	139	–	144	–	138
Общий холестерин, ммоль/л	6,6	–	6,2	–	6,0
Триглицериды, ммоль/л	1,17	–	1,14	–	1,16
ЛПНП, ммоль/л	4,14	–	4,12	–	4,04
ЛПВП, ммоль/л	1,85	–	–	–	–
ПТИ, %	58	77	84	88	92
АЧТВ, с	90	75	63	56	35
МНО, Ед	1,15	1,91	1,21	1,18	1,14
ЛДГ, ЕД/л	–	–	888	682	–
NT pro BNP, пг/мл	–	–	–	2541,6	–
СРБ, мг/л	–	–	26,9	209,2	–
Кислотно-щелочное состояние:					
pH, Ед	7,31	7,4	7,38	–	–
pCO ₂ , мм рт.ст.	45,8	39,4	39,0	–	–
pO ₂ , мм рт.ст.	21,0	27,0	22,0	–	–
HCO ₃ , ммоль/л	23,4	24,5	23,7	–	–
BE, ммоль/л	0,52	0,48	0,4	–	–
BE esf., ммоль/л	0,54	0,5	0,46	–	–

Примечание. АсАТ – аспаратаминотрансфераза; АлАТ – аланинаминотрансфераза; МВ КФК – МВ-фракция креатинфосфокиназы; ЛПНП – липопротеиды низкой плотности; ЛПВП – липопротеиды высокой плотности; ПТИ – протромбиновый индекс; АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время; МНО – международное нормализованное отношение; NT-proBNP – N-терминальный промозговой натрийуретический пептид; ЛДГ – лактатдегидрогеназа; СРБ – С-реактивный белок, pH – концентрация ионов водорода; pCO₂ – парциальное давление углекислого газа; pO₂ – парциальное давление кислорода; HCO₃ – бикарбонат; BE – дефицит или избыток буферных оснований; BE esf. – рассчитанный дефицит или избыток буферных оснований.

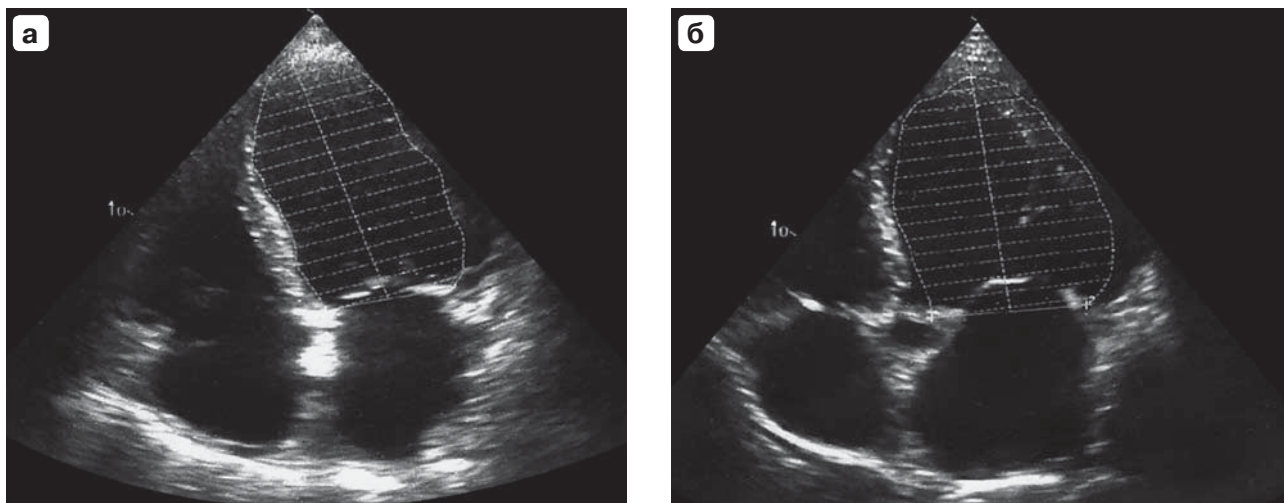


Рис. 4. Эхокардиограммы пациента Т. на 2-й день стационарного лечения (а) и через 2 нед (б), четырехкамерная позиция (пояснения в тексте).

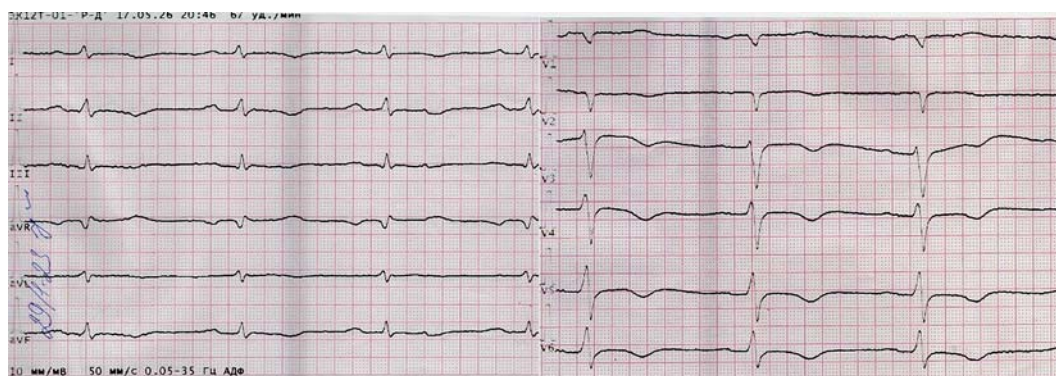


Рис. 5. ЭКГ пациента Т. при выписке: синусовый ритм, отрицательные зубцы Т в отведениях: I, II, III, aVF, V2–V6.

ложнений. Занятия проводились 2 раза в день длительностью 7–10 мин из исходного положения лежа на спине и включали движения в мелких и средних суставах конечностей, статические напряжения мышц ног и дыхательные упражнения без углубления дыхания. Темп выполнения упражнений медленный, число повторений 3–6 раз. Комплекс упражнений по Д.М. Аронову (7) для двигательного режима 1а включал: повороты в постели не реже одного раза за каждые 2 ч, диафрагмальное дыхание до 2–3 раз в день по 3 мин, упражнения в дистальных отделах конечностей до 2–3 раз в день по 6–7 мин, консультация психолога ежедневно, в 1-е сутки – адаптация к условиям микросреды (приспособление пациента к нахождению в условиях ПИТ). Расширение двигательного режима до 1б произошло только через 14 дней.

Пациент выписан на 21-й день в удовлетворительном состоянии и для дальнейшего лечения переведен в реабилитационное отделение

городской клинической больницы. ЭКГ при выписке представлена на рис. 5. В последующем с пациентом поддерживался рабочий контакт по телефону.

Через 3 мес после выписки пациент осмотрен в консультативно-диагностическом отделении ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов им. академика В.И. Шумакова” Минздрава России. Рекомендовано дообследование в объеме сцинтиграфии миокарда, ультразвуковой доплерографии брахиоцефальных артерий и спирографии с последующей повторной консультацией. Результаты выполненной ЭхоКГ: КДО – 207 см³, КСО – 132 см³, УО – 75 см³, ФВ – 36%, выявлена аневризма апикальных сегментов межжелудочковой перегородки и передней стенки с выраженным гипокинезом апикальных сегментов, нижней и заднебоковых стенок. Диастолическая функция миокарда нарушена по первому типу.

Обсуждение

Предиктором возможного развития кардиогенного шока, по мнению экспертов, считается значимый объем поражения миокарда при ОИМ, при 40% и более – вероятность развития шока выше (5, 6). Многие исследователи отмечают также связь между многососудистым поражением коронарных артерий у пациентов с ОИМ и возникновением данного осложнения (8, 9). В нашем клиническом наблюдении именно многососудистый характер атеросклеротического процесса, включавший поражение ствола ЛКА, а также левой и правой коронарных артерий, предопределил развитие кардиогенного шока уже на догоспитальном этапе. Длительная транспортировка, отсутствие инотропной поддержки также, на наш взгляд, способствовали утяжелению состояния пациента. Из противошоковой палаты приемного отделения пациент был доставлен в рентгеноперационную сразу же после госпитализации. Выявленное многососудистое поражение поставило перед эндоваскулярным хирургом сложную задачу выбора оптимального алгоритма при стентировании.

С одной стороны, современные действующие рекомендации предполагают полную реваскуляризацию пораженных коронарных артерий у пациентов с кардиогенным шоком для улучшения исхода (4). С другой стороны, целый ряд проведенных исследований и метаанализов не продемонстрировал превосходства реваскуляризации всех пораженных сосудов перед реваскуляризацией только инфарктсвязанной артерии (8, 9). Так, в исследовании CULPRIT-SHOCK, включавшем 706 пациентов, 30-дневный риск летального исхода у пациентов с реваскуляризацией только инфарктсвязанной артерии составил 45,9% против 55,4% пациентов с полной реваскуляризацией (9, 10). В нашем случае осуществлено стентирование ствола ЛКА, ОА и ИА, что улучшило реваскуляризацию, прежде всего, тех участков миокарда, которые в наибольшей степени, по нашему мнению, пострадали в результате ОИМ.

Большое значение на госпитальном этапе у пациентов с кардиогенным шоком имеет ремоделирование миокарда, которое начинается уже с первых часов развития ОИМ (11). Факторами, влияющими на степень, продолжительность, вариант ремоделирования, являются объем поражения миокарда, наличие жизнеспособного миокарда,

результат реваскуляризации и время восстановления кровотока, степень нейрогономональной активации. Раннее ремоделирование во многом определяет краткосрочный прогноз течения заболевания. Адаптивный или дезадаптивный вариант ремоделирования предполагает оценку динамики КДО, КСО, ФВ, УО (11, 12). Имеет значение также исходное состояние эхокардиографических параметров. Нами была проанализирована архивная ЭхоКГ пациента за полгода до госпитализации: КДО – 196 см³, КСО – 85,1 см³, УО – 110,9 см³, ФВ – 56,6 см³, был выявлен гипокинез задненижних сегментов миокарда левого желудочка. Таким образом, ОИМ, осложненный кардиогенным шоком, развился у пациента с уже ранее скомпрометированным миокардом, так как был значимо увеличен КДО и КСО, при этом ФВ была снижена незначительно. Развившийся ОИМ привел к значимому снижению ФВ, росту КСО на 45 см³, транзиторному росту КДО и развитию аневризмы левого желудочка.

Значительную роль в улучшении состояния пациента сыграла работа бригады реабилитологов отделения ранней реабилитации. Целью их работы являлось улучшение исхода лечения ОИМ с применением методов кардиореабилитации на раннем стационарном этапе (7, 13). На этом этапе ставились следующие задачи: снизить риск возможных новых осложнений ОИМ; предупредить дальнейшее снижение систолической функции миокарда, развитие бронхолегочных осложнений, трофических изменений (пролежней); достичь улучшения основных клинических, инструментальных и лабораторных показателей на фоне расширяющегося двигательного режима больного; повысить толерантность к физическим нагрузкам (14, 15).

Заключение

Кардиогенный шок является одним из наиболее тяжелых осложнений острого инфаркта миокарда, зачастую приводя к летальному исходу. Прогноз определяется своевременной догоспитальной терапией, включающей адекватное обезболивание, двойную дезагрегантную терапию и введение антикоагулянта. Также прогноз зависит от как можно более быстрой доставки пациента в стационар, имеющий возможность осуществления инвазивных вмешательств. Неотложная коронарография является методом выбора у пациентов с кардиогенным

шоком и должна проводиться сразу после госпитализации с одновременным проведением мероприятий, направленных на стабилизацию гемодинамики. Многососудистое поражение предполагает как полную реваскуляризацию пораженных артерий, так и проведение стентирования только инфаркт-связанной артерии, выбор метода зависит от конкретной ситуации. Важным является послеоперационное ведение пациентов в ПИТ с контролем параметров центральной гемодинамики, адекватной инотропной под-

держкой, физической и психологической реабилитацией.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность заведующему кардиологическим отделением Сафонову А.М., заведующему отделением эндоваскулярных методов диагностики и лечения Сарычеву П.В., анестезиологу-реаниматологу Коротких Е.В., кардиореаниматологам Стецуну Е.А., Ермаковой К.С., Матковскому С.С., Шамыгину А.А. за помощь в подготовке материалов рукописи.

Purpose. Assessment of the features of the management of a patient with acute myocardial infarction (AMI) complicated by cardiogenic shock (CS) at the prehospital and hospital stages in an invasive hospital.

Background. One of the most severe complications of AMI is CS, which, despite a decrease in prevalence to 7–8% in a modern hospital, remains one of the leading causes of death. According to current clinical recommendations, emergency coronary angiography (CAG) with eventual stenting of the coronary arteries can improve the prognosis. It seems relevant to analyze the clinical case of a patient with AMI with ST segment elevation, complicated by CS, hospitalized in an invasive hospital.

Methods. Anamnesis data, electrocardiograms (ECG), echocardiograms (EchoCG), laboratory data were used. Coronary angiography (CAG) and coronary artery stenting were performed using a Phillips Asurion 7M20 angiograph.

Results. Male patient T., 62 years old, diagnosed with coronary heart disease, AMI was delivered by a paramedic team from the district 13 hours after the start of the clinic in a serious condition: blood pressure 75/50 mm Hg, SaO₂ 86%. ECG shows signs of circular AMI. Emergency CAG: occlusion of the right coronary artery, stenosis of the artery circumflexes (AC) up to 70%; critical stenosis of the intermediate artery (IA); occlusion of the anterior interventricular artery. Integrelin was administered intraoperatively, the trunk of the LCA, AC and IA were stented, and inotropic support, heparin administration, and noninvasive lung ventilation were continued. Ejection fraction 27.8%, hypo-, a-, and dyskinesia of the anterior, lateral and lower left ventricle. The hospital stay was

21 days, physical and psychological rehabilitation was carried out from the second day. In a satisfactory condition, he was transferred to the rehabilitation department of the city clinical hospital.

Conclusions. Emergency coronary angiography is the method of choice in patients with CS. Multivessel lesion involves both complete revascularization of the involved arteries and stenting of only the infarct-related artery. Postoperative management of patients includes adequate inotropic support, physical and psychological rehabilitation.

Abbreviations

BP – blood pressure
 ALT – alanine aminotransferase
 AST – aspartate aminotransferase
 aPTT – activated partial thromboplastin time
 DBP – diastolic blood pressure
 IA – intermediate artery
 CHD – coronary heart disease
 CAG – coronary angiography
 LDH – lactate dehydrogenase
 LCA – left coronary artery
 HDL – high density lipoproteins
 LDL – low density lipoproteins
 MB-CPK – MB fraction of creatine phosphokinase
 INR – international normalized ratio
 AC – artery circumflexes
 AMI – acute myocardial infarction
 ICU – intensive care unit
 RCA – right coronary artery
 LAD – left anterior descending artery
 PR – prothrombin ratio
 SBP – systolic blood pressure
 CRP – C-reactive protein
 HR – heart rate
 ECG – electrocardiography

EchoCG – echocardiography
 NT-proBNP – N-terminal probrain natriuretic peptide
 pH – concentration of hydrogen ions
 pCO₂ – partial pressure of carbon dioxide
 pO₂ – partial pressure of oxygen
 HCO₃ – bicarbonate
 BE –buffer base excess or deficit
 BE ecf. – estimated buffer base excess or deficit

Introduction

Acute myocardial infarction (AMI) remains a challenging issue in emergency cardiology because of the need to make quick, adequate decisions on diagnosis and treatment both at pre-hospital and hospital stages as well as the possibility of complications that significantly aggravate the prognosis. Cardiogenic shock is one of the most severe complications of AMI; despite a decrease in its prevalence to 7–8% in current clinical practice, it remains one of the leading causes of death in AMI patients (1, 2). According to modern clinical guidelines for the management of AMI patients, it is considered necessary to urgently perform coronary angiography in patients with cardiogenic shock with possible subsequent stenting of the coronary arteries, which can improve the prognosis (3, 4). Postoperative observation and management of patients in an intensive care unit (ICU) with monitoring of hemodynamic parameters and selection of adequate inotropic support are also important (5, 6). It seems relevant to analyze the clinical case of an AMI patient with ST-elevation complicated by cardiogenic shock in an ICU setting and with coronary artery stenting in the department of endovascular methods of diagnostics and treatment of an emergency hospital.

Materials and methods

The work was carried out in the ICU of a cardiologic department. The patient's history was collected. Electrocardiography (ECG) was performed on KFS-01.001 "Cardiometer-MT" 12-channel electrocardiograph with automatic interpretation and telemetry control and on EK12T-01-R-D electrocardiograph. Echocardiography was performed using a VIVID iq system in the ICU and a Logiq E system in the department of functional diagnostics. Coronary angiography and stenting of the coronary arteries were performed using a Philips Asurion 7M20 angiograph. To assess hemodynamic parameters in the ICU, a Sova system was

used, which allows ECG monitoring of the systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure, and blood oxygen saturation (SaO₂). Laboratory diagnostic study included assessments of hematology, markers of myocardial damage, coagulogram, and acid-base balance changes over time.

Clinical case description

Patient T., 62 years old, was admitted to the ICU at 13:51 on 01/09/2023 with a referring diagnosis of CHD, AMI. He was transported by paramedic team from a district located approximately 130 km away from the invasive center of the emergency hospital. The patient's condition had worsened about 13 hours before, when he developed pressing precordialgia irradiating to the back and left arm, and severe weakness. The ambulance team assessed his condition as AMI and treated it as follows: morphine 1% – 1 mL by intravenous push, aspirin 250 mg, clopidogrel 300 mg, heparin 4000 IU by IV bolus. According to the patient, he had never been treated in a cardiology department before, and the deterioration occurred when he was in a good health. It is also known from his history that he had been smoking a pack a day for about 45 years and quit smoking a month before. Height 172 cm, body weight 75 kg, and body weight index 25.4 kg/m². He was examined in the anti-shock ward of the emergency department by the admitting cardiac resuscitator and his condition was considered as serious. The skin was pale; heart sounds were muffled; the heart rate (HR) was 101 bpm; BP was 75/50 mm Hg; and SaO₂ was 86%. His consciousness was clear, he was alert, awake, and oriented. The presented ECG shows signs of acute advanced myocardial infarction (Fig. 1). Preliminary interpretation of the disease: CHD, transmural acute inferior myocardial infarction spreading to the anterior parts and lateral wall as of 01/09/2023, complicated by cardiogenic shock (Killip IV) in the acute phase. Chest X-ray was performed: no focal or infiltrative changes were detected; the lung markings are increased; the sinuses are patent. A case conference consisting of the admitting cardiac resuscitator, the admitting endovascular surgeon and an anesthesiologist-resuscitator made a decision to perform an emergency CAG with possible stenting of the coronary arteries. The patient's consent was obtained, and after administration of the loading dose of clopidogrel 300 mg, he was taken to the CathLab.

Considering the hemodynamic instability, administration of 4%-5 mL dopamine was continued in the operating room at a rate of 10 µg/kg/min through the infusion pump. Non-invasive ventilation in Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) mode

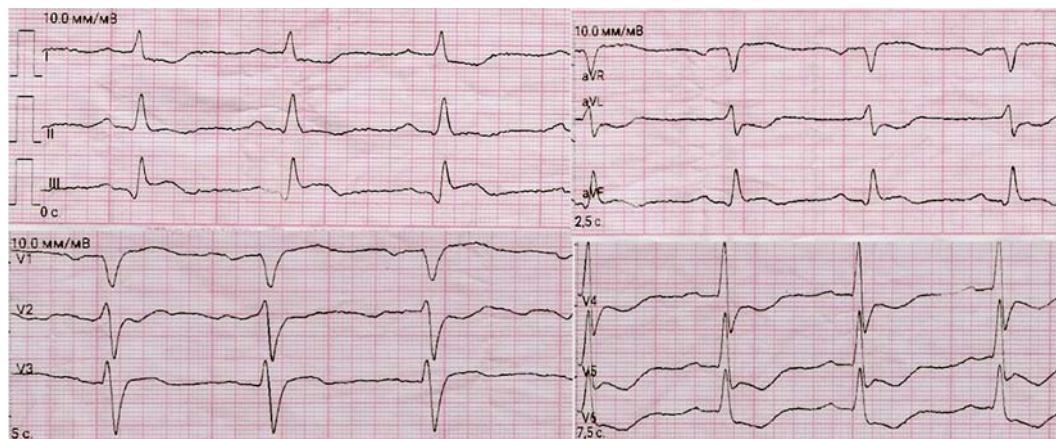


Fig. 1. ECG of the patient T.: sinus rhythm, ST elevation in III, aVF leads; T wave \pm in V3, ST depression in I, aVL, V2, V4–V6 leads; negative T wave in lead II.

via a face mask with a pressure 12 cm of H₂O, ECG monitoring and blood pressure control were in place. Pulsation on radial arteries was not detected due to hypotension. A transfemoral access was chosen to perform CAG. CAG revealed the following lesions: occlusion of the middle section of the right coronary artery (RCA); given the stump shape and presence of well-developed intrasystemic collaterals, a chronic lesion of this section of the coronary bed could be suggested (Fig. 2a); subocclusion of the main stem of the left coronary artery in the distal part (Fig. 2b); stenosis of the artery circumflexes artery (AC) in its middle third up to 70% (Fig. 2b, d); critical stenosis of the intermediate artery (IA) from the orifice to the proximal part (Fig. 2c); occlusion of the left anterior descending artery (LAD) extending from the orifice, presumably also chronic (Fig. 2b, c, d). ECG findings were in line with damage, first of all, to the myocardium of inferior wall, and the angiographic pattern was typical for chronic damage to the right coronary artery. We explained this by the fact that the distal part of the right coronary artery was filled retrogradely from the left coronary artery through inter-systemic collaterals, and the severe damage to the main LCA on the background of tachycardia led to manifestation of myocardial damage on the ECG, first of all, this particular part, which was more vulnerable due to deterioration of collateral blood flow. Taking into account the severity of the patient's condition, caused by a significant deficit of coronary blood flow, a decision was made to restore blood flow first in the left main coronary artery and then to try to recanalize the LAD. Considering eventual thrombotic complications, body weight-adjusted (180 μ g/kg) intravenous bolus administration of a platelet glycoprotein IIb/IIIa receptor antagonist, integrilin (eptifibatide), was started with subsequent administration at the dose of 2 μ g/kg/min through a dosing device within 24 hours.

Guidewires were inserted through a guiding catheter into the IA and artery circumflexes. A balloon catheter, which was used to predilate the main LCA, was delivered along the guidewire to the AC. A 3.5 \times 24 mm Biomatrix stent was delivered to the AC along the guidewire and positioned from the proximal part of the AC towards the main LCA. The Culotte technique was used for bifurcation stenting. Then the patient subjectively felt better: he stated that breathing had become easier. Attempts were made to recanalize the LAD with a coronary guidewire through the stent cell, but since it was impossible to determine angiographically the location of its origin, all the attempts failed. The guidewire was inserted into the stenotic IA. The stent cell was opened using a balloon catheter, and then the IA was stented through the main stem with a Medtronic Resolute Integrity 3.0 \times 34 mm stent. During control examination, occlusion of a second-order branch of the IA (its orifice seemed intact before the stent implantation) and marginal dissection in the distal part of the implanted stent, which was covered with an Abbott Vascular Xience Alpine 2.75 \times 12 mm stent, were noted. Postdilatation of the stents intersection sites and proximal optimization of the main LCA up to the bifurcation were performed with a 4 mm balloon. Given the severity of the patient's condition and impossibility of definitive treatment with interventional methods, the dilatation with two balloons was not performed. According to angiography, blood flow in the AC and IA vascular territories was successfully restored due to partial restoration of the blood flow along the lateral wall of the left ventricle (Fig. 3a, b). Further treatment strategy consisted of conservative therapy of cardiogenic shock. The patient was transferred to the cardiologic ICU at 4:10 p.m. Intravenous drip administration of dopamine at a rate of 10 μ g/kg/min and noninvasive ventilation using a face mask and Philips

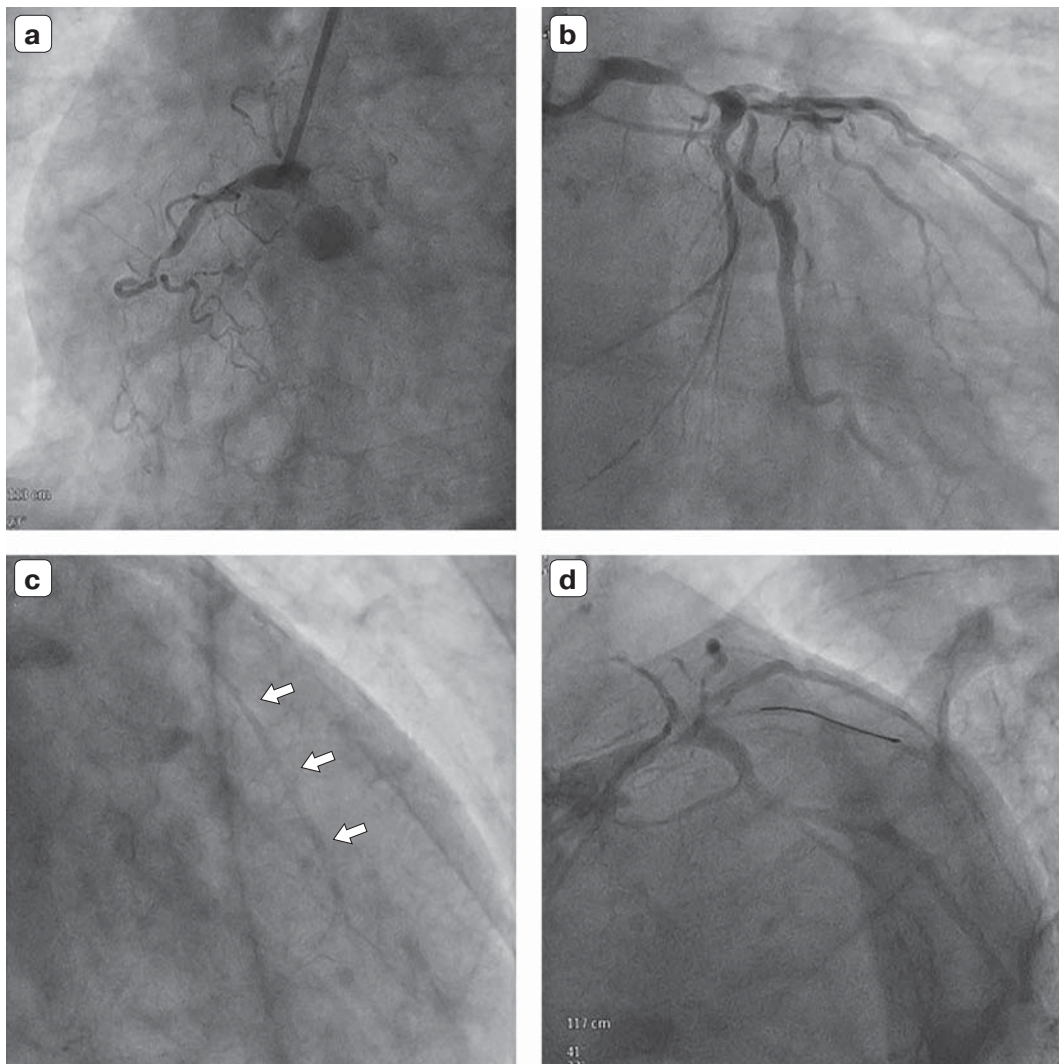


Fig. 2. Coronary angiograms of the patient T. (see the explanations in the text).

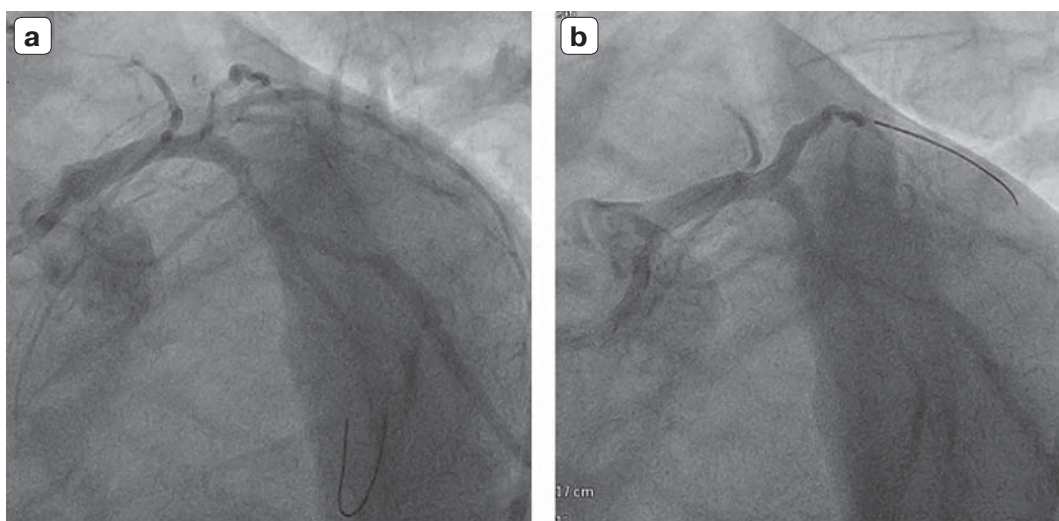


Fig. 3. Coronary angiograms of patient T. with the stenting outcomes (see the explanation in the text).

Table. Changes of hematological and biochemical parameters over time

Parameters	Hospitalization days				
	2	5	8	12	19
Hematology:					
Red blood cells, $\cdot 10^{12}/L$	4.52	4.12	3.74	3.51	3.72
Hemoglobin, g/L	145	124	121	115	120
Hematocrit, %	39.4	30.7	35.4	34.0	35.3
White blood cells, $\cdot 10^9/L$	29.0	19.2	13.1	13.3	12.8
Platelets, $\cdot 10^9/L$	334	312	371	364	365
Biochemistry:					
Glucose, mmol/L	10.7	9.2	8.2	7.0	5.5
AST, U/L	326	128	86	31	56
ALT, U/L	84	92	–	89	69
Urea, mmol/L	11.2	10.3	5.7	6.0	6.6
Creatinine, $\mu\text{mol/l}$	156	134	85	109	130
MB-CPK, U/L	392	286	111	48	22
Troponin I, ng/mL	8.34	5.6	1.18	–	0.41
Potassium, mmol/L	4.4	–	4.6	–	4.2
Sodium, mmol/L	139	–	144	–	138
Total cholesterol, mmol/L	6.6	–	6.2	–	6.0
Triglycerides, mmol/L	1.17	–	1.14	–	1.16
LDL, mmol/L	4.14	–	4.12	–	4.04
HDL, mmol/L	1.85	–	–	–	–
PR, %	58	77	84	88	92
aPTT, sec	90	75	63	56	35
INR	1.15	1.91	1.21	1.18	1.14
LDH, U/L	–	–	888	682	–
NT pro BNP, pg/mL	–	–	–	2,541.6	–
CRP, mg/L	–	–	26.9	209.2	–
Acid-base balance:					
pCO ₂ , mm Hg	45.8	39.4	39.0	–	–
pO ₂ , mm Hg	21.0	27.0	22.0	–	–
HCO ₃ , mmol/L	23.4	24.5	23.7	–	–
BE, mmol/L	0.52	0.48	0.4	–	–
BE ecf., mmol/L	0.54	0.5	0.46	–	–
BE ecf., mmol/L	0,54	0,5	0,46	–	–

Note. ALT – alanine aminotransferase; AST – aspartate aminotransferase; MB-CPK – MB fraction of creatine phosphokinase; LDL – low density lipoproteins; HDL – high density lipoproteins; PR – prothrombin ratio; aPTT – activated partial thromboplastin time; INR – international normalized ratio; NT-proBNP – N-terminal probrain natriuretic peptide; LDH – lactate dehydrogenase; CRP – C-reactive protein; pH – concentration of hydrogen ions; pCO₂ – partial pressure of carbon dioxide; pO₂ – partial pressure of oxygen; HCO₃ – bicarbonate; BE – deficit or excess of buffer bases; BE ecf. – estimated deficit or excess of buffer bases.

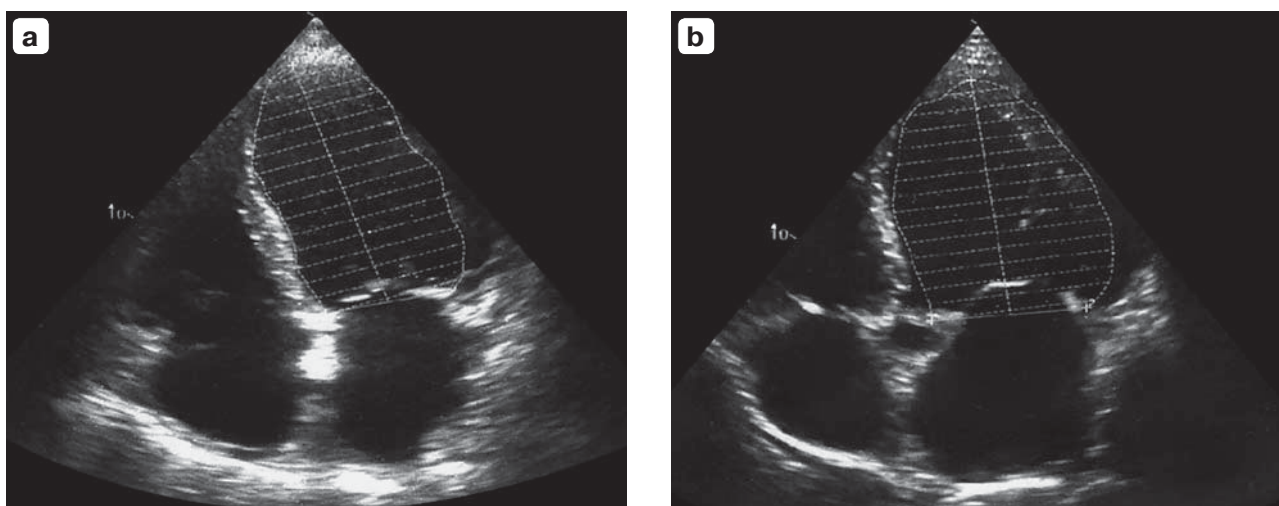


Fig. 4. Echocardiograms of the patient T. on day 2 of hospital treatment (a) and two weeks later (b), four-chamber position (see the explanations in the text).

Respironics Trilog ventilator in the CPAP mode maintaining pressure of 10 cm H₂O were continued; oxygen saturation was maintained at 92%. Hematology parameters during hospitalization: hemoglobin = 136 g/L, red blood cell count = $4.69 \cdot 10^{12}/L$, white blood cell count = $20.2 \cdot 10^9/L$, platelet count = $273 \cdot 10^9/L$, hematocrit = 35.9%. Blood biochemistry: troponin I = 0.58 ng/mL (normal values – up to 0.5 ng/mL), aspartate aminotransferase (AST) = 52 U/L, alanine aminotransferase (ALT) = 29 U/L, urea = 6.9 mmol/L, creatinine = 97 μ mol/L.

Changes of laboratory parameters over time are summarized in the table.

When analyzing the hematological and biochemical test results, a transient leukocytosis was noted, which was attributed not only to a significant extent of the myocardial damage, but also to the associated right-sided lower lobe pneumonia, confirmed by X-ray on day 3 of hospitalization. The significant extent of the myocardial damage was confirmed by the changes over time in damage markers values – troponin I and MB-CPK: a sharp increase in the first days (8.34 ng/mL when normal levels are up to 0.5 ng/mL) with subsequent decrease. A transient increase in the urea and creatinine values was induced by renal hypoperfusion associated with low cardiac output. At the same time, no significant changes of the acid-base balance were detected; there was only a slight transient acidosis (pH 7.31). Stress transient hyperglycemia in the first days (10.7 mmol/L) resolved to a normal glucose level and did not require correction.

On day 2 of patient's stay in the ICU, echocardiography (EchoCG) was performed with the following results: end-diastolic volume (EDV) 180 cm³, end-systolic volume (ESV) 130 cm³, stroke volume

(SV) 50 cm³, ejection fraction (EF) 27.8%. Assessment of the myocardial contractility revealed hypo-, a-, and dyskinesia of the anteroseptal sections, apex, lateral and inferior sections of the left ventricle (Fig. 4a). After 2-week treatment, control echocardiography showed the following findings: EDV – 227 cm³, ESV – 152 cm³, SV – 75 cm³, and EF – 33%. During treatment in the ICU, the echocardiogram parameters showed certain improvements: SV and EF increased, at the same time, hypokinetic and dyskinetic lesions were still present, and the EDV and ESV increased significantly (by 47 cm³ and 22 cm³, respectively) (Fig. 4b). Thus, myocardial remodeling in the AMI settings led to ambiguous results: an improvement in the systolic function was accompanied by an increase in the preload and end-systolic myocardial volume.

AMI course turned out to be prolonged, the ICU stay lasted 21 days because of hemodynamic instability and persistent hypotension, which required long-term drip administration of dopamine through the infusion pump at a dose of 10 μ g/kg/min for the first five days, 7 μ g/kg/min for the subsequent five days and 5 μ g/kg/min for eight days more. Attempts to reduce the dopamine dose faster from the inotropic level to the renal failed; hypotension recurred and was associated with hypoperfusion, primarily of the kidneys, which was manifested as oliguria. Complete withdrawal of dopamine became possible only three days before discharge. During the entire period of stay in the ICU, the patient received oxygen therapy through nasal cannulas with a flow rate of 7–10 L/min, which maintained saturation at 90–94%. AMI course was complicated on day 14 by cardiac arrhythmia manifested as atrial fibrillation/flutter and tachysystoles, which led to the development of pulmonary edema. The edema was man-

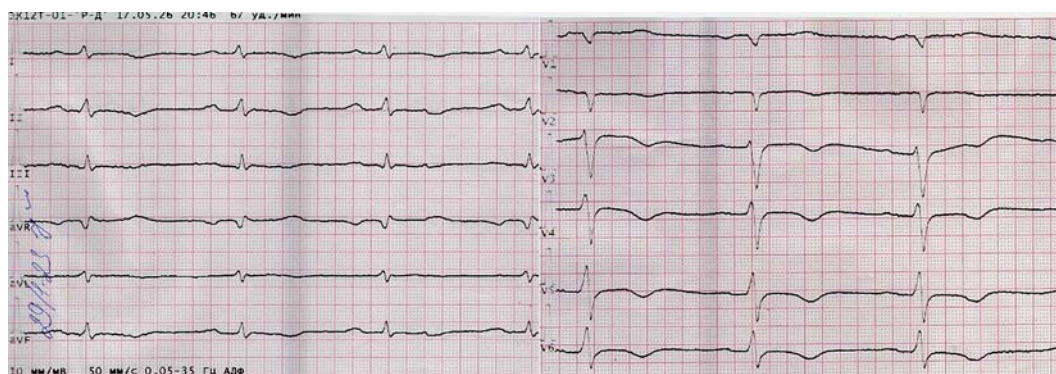


Fig. 5. ECG of the patient T. at discharge: sinus rhythm, negative T waves in I, II, III, aVF, V2–V6 leads.

aged by IV drip administration of nitroglycerin dosed as 0.1%–10 mL per 200 mL of 0.9% normal saline and by restoration of heart rhythm using 300 mg of amiodarone solution as intravenous infusion.

Physical and psychological rehabilitation was of great importance; it was provided to the patient by rehabilitation therapists from the early rehabilitation department starting from day 2 of his stay in the intensive care unit. The main rehabilitation methods included therapeutic exercises, physical therapies, psychological counseling, and massage. With strict bed rest, therapeutic exercises are aimed at activation of peripheral circulation and prevention of complications. Exercises were done twice a day and lasted 7–10 minutes (the starting position: lying flat on the back), and included movements in small and medium-sized joints of the limbs, static tension of the leg muscles and breathing exercises without a deep breathing. The exercises were slow, with 3 to 6 repetitions. D.M. Aronov's sequence of exercises (7) for 1a motor regimen included: turning in the bed at least once every 2 hours, diaphragmatic breathing for 3 minutes up to 2–3 times a day, 6- to 7-minute exercises for the distal limbs up to 2–3 times a day, daily counseling with a psychologist, adaptation to the microenvironment on day 1 (adaptation of the patient to staying in an intensive care unit). The motor activity was expanded to 1b regimen only after 14 days.

The patient was discharged in satisfactory condition on day 21 and transferred to the rehabilitation department of the city hospital for further treatment. The ECG findings at discharge are shown in Fig. 5. Subsequently, the patient was contacted by telephone.

Three months after discharge the patient was examined at the consultative and diagnostic department of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Transplantation and Artificial Organs named after academician V.I. Shumakov of the Ministry of Health of the

Russian Federation." Additional examination including myocardial scintigraphy, doppler ultrasound examination of brachiocephalic arteries, spirometry with a subsequent repeated consultation, is recommended. Echocardiography results: EDV – 207 cm³, ESV – 132 cm³, SV – 75 cm³, EF – 36%, aneurysm of IVS apical segments and anterior wall with marked hypokinesia of the apical segments, inferior and posterolateral walls. There is an impairment of diastolic myocardial function of grade 1.

Discussion

According to experts, a significant extent of myocardial damage in AMI is considered a predictor of the possible development of cardiogenic shock; at the damage of 40% or more, the probability of developing shock is higher (5, 6). Many researchers also note the relationship between multivessel lesions of coronary arteries in AMI patients and occurrence of this complication (8, 9). In our clinical case, it was the multivessel pattern of the atherosclerotic process, which affected the main LCA as well as the left and right coronary arteries that predetermined the development of cardiogenic shock as early as at the prehospital stage. Long transportation and lack of inotropic support also, in our opinion, contributed to the worsening of the patient's condition. Our patient was taken from the shock ward of the emergency department to the X-ray operating room immediately after hospitalization. The identified multivessel lesion challenged the endovascular surgeon with a difficult choice of an optimal algorithm for stenting.

On the one hand, current guidelines suggest complete revascularization of involved coronary arteries in patients with cardiogenic shock to improve outcomes (4). On the other hand, a wide range of studies and meta-analyses have not demonstrated any advantages of

revascularization of all involved vessels over revascularization of the infarct-related artery only (8, 9). Thus, in the CULPRIT-SHOCK study, which included 706 patients, the 30-day risk of death in patients with revascularization of only the infarct-related artery was 45.9% versus 55.4% among patients with complete revascularization (9, 10). In this case, stenting of the main LCA, AC and IA was performed: it improved revascularization, first of all, of those areas of the myocardium that, in our opinion, were most damaged as a result of AMI.

Myocardial remodeling, which begins as early as from the first hours of AMI, is of great importance at the hospital stage in patients with cardiogenic shock (11). Factors influencing the extent, duration, and type of remodeling are the volume of myocardial damage, presence of viable myocardium, outcome of revascularization, time of blood flow restoration, and degree of neurohormonal activation. Early remodeling largely determines the short-term prognosis of the disease. Adaptive or maladaptive remodeling is assessed by the changes of EDV, ESV, EF, and SV parameters over time (11, 12). The initial echocardiographic parameters are also important. We analyzed the patient's historical echocardiogram, which was done six months before hospitalization: EDV = 196 cm³, ESV = 85.1 cm³, SV = 110.9 cm³, EF – 56.6 cm³; hypokinesia of the posteroinferior segments of the left ventricular myocardium was detected. Thus, AMI complicated by the cardiogenic shock developed in the patient with previously damaged myocardium, since the EDV and ESV were significantly increased, while EF was slightly decreased. AMI led to a significant decrease in the EF, an increase in the ESV by 45 cm³, a transient increase in the EDV, and development of a left ventricular aneurysm.

The efforts of the rehabilitation team from the Early Rehabilitation Department played a significant role in improving the patient's condition. Their purpose was to improve the outcome of acute myocardial infarction by means of cardiac rehabilitation methods at

the early hospital stage (7, 13). At this stage, the following goals were set: to reduce the risk of possible new complications of acute myocardial infarction; to prevent further reduction in myocardial systolic function, development of bronchopulmonary complications, trophic changes (bedsores); to achieve improvement in basic clinical, instrumental and laboratory findings while expanding the patient's motor performance; to enhance tolerance to exercise load (14, 15).

Conclusion

Cardiogenic shock is one of the most severe complications of acute myocardial infarction, frequently leading to death. The prognosis is determined by timely prehospital therapy, including adequate pain relief, dual antiplatelet therapy and administration of an anticoagulant. The prognosis also depends on the fastest transportation of a patient to a hospital where it is possible to perform invasive interventions. Emergency coronary angiography is the method of choice in patients with cardiogenic shock and should be performed immediately after hospitalization simultaneously with measures aimed at the hemodynamic stabilization. Multivessel lesions may require either complete revascularization of the involved arteries or stenting of the infarct-related artery only; the choice of method depends on particular conditions. Postoperative management of patients in the ICU with monitoring of central hemodynamic parameters, adequate inotropic support, and physical and psychological rehabilitation are of great importance.

Acknowledgements

The authors express their deep gratitude to Head of the Cardiology Department, Safonov A.M., Head of the Department of Endovascular Methods of Diagnostics and Treatment, Sarychev P.V., anesthesiologist-resuscitator Korotkikh Ye.V., and cardiac resuscitators Stetsula Ye.A., Yermakova K.S., Matkovskiy S.S., and Shamygin A.A. for assistance in preparing materials for the manuscript.

Список литературы [References]

- Chioncel O., Parissis J., Mebazaa A. et al. Epidemiology, pathophysiology and contemporary management of cardiogenic shock – a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur. J. Heart Fail.* 2020, 22 (8), 1315–1341. <https://doi.org/10.1002/ehjhf.1922>
- Pepe M., Bortone A.S., Giordano A. et al. Cardiogenic Shock Following Acute Myocardial Infarction: What's New? *Shock.* 2020, 53 (4), 391–399. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001377>
- Староверов И.И., Шахнович Р.М., Гиляров М.Ю. и др. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению острого коронарного синдрома с подъемом сегмента ST (ОКСнСТ). *Евразийский кардиологический журнал.* 2020, 1, 4–77. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2020-1-4-77>
Staroverov I.I., Shakhnovich R.M., Gilyarov M.Yu. et al. Eurasian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of acute coronary syndrome with ST segment elevation (STEMI). *Eurasian Journal of Cardiology.* 2020, 1, 4–77. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2020-1-4-77> (In Russian)
- Ибанез Б., Джеймс С., Агеолл С. и др. Рекомендации ЕОК по ведению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST 2017. *Российский кардиологический журнал.* 2018, 5, 103–158. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-5-103-158>
Ibanez B., James S., Agewall S. et al. The task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Russian Journal of Cardiology.* 2018; 5: 103–158. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-5-103-158> (In Russian)
- Григорьев Е.В., Баутин А.Е., Киров Д.Л., Шушкевич Д.Л., Корнелюк Р.А. Кардиогенный шок при остром коронарном синдроме: современное состояние проблемы диагностики и интенсивной терапии. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова.* 2020, 2, 73–85. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2020-2-73-85>
Grigoriev E.V., Bautin A.E., Kirov D.L., Shushkevich D.L., Kornelyuk R.A. Cardiogenic shock in acute coronary syndrome: the current state of the problem of diagnosis and intensive care. *Bulletin of Intensive Care named after A.I. Saltanov.* 2020, 2, 73–85. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2020-2-73-85> (In Russian)
- Бойцов С.А., Акчурин Р.С., Певзнер Д.В., Шахнович Р.М., Руда М.Я. Кардиогенный шок – современное состояние проблемы. *Российский кардиологический журнал.* 2019, 10, 126–136. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-10-126-136>
Boytsov SA, Akchurin RS, Pevsner DV, Shakhnovich R.M., Ruda M.Y. Cardiogenic shock – the current state of the problem. *Russian Journal of Cardiology.* 2019, 10, 126–136. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-10-126-136> (In Russian)
- Аронов Д.М. Кардиореабилитация и вторичная профилактика. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 464 с.
Aronov DM Cardiorehabilitation and secondary prevention. Moscow: GEOTAR-Media, 2021. 464 p. (In Russian)
- de Waha S., Jobs A., Eitel I. et al. Multivessel versus culprit lesion only percutaneous coronary intervention in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care.* 2018, 7 (1), 28–37. <https://doi.org/10.1177/2048872617719640>
- Lemor A., Basir M.B., Patel K. et al. Multivessel Versus Culprit-Vessel Percutaneous Coronary Intervention in Cardiogenic Shock. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020, 13 (10), 1171–1178. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2020.03.012>
- Kundu A., Sardar P., Kakouros N. et al. Outcomes of multi-vessel vs culprit lesion-only percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: Evidence from an updated meta-analysis. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2019, 94 (1), 70–81. <https://doi.org/10.1002/ccd.28062>
- Thiele H., Ohman E.M., de Waha-Thiele S. et al. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: an update 2019. *Eur. Heart J.* 2019, 40 (32), 2671–2683. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz363>
- Берштейн Л.Л., Новиков В.И. Эхокардиография при ишемической болезни сердца: Руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 96 с. ISBN 978-5-9704-3758-2
Berstein L.L., Novikov V.I. Echocardiography in coronary heart disease: a guide for doctors. Moscow: GEOTAR-Media, 2016. 96 p. ISBN 978-5-9704-3758-2 (In Russian)
- Крикунов П.В., Васюк Ю.А., Крикунова О.В. Прогностическая значимость эхокардиографии после острого инфаркта миокарда. Часть 1. *Российский кардиологический журнал.* 2017, 12, 120–128. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-12-120-128>
Krikunov P.V., Vasyuk Yu.A., Krikunova O.V. Predictive value of echocardiography in post myocardial infarction setting. Part 1. *Russian Journal of Cardiology.* 2017, 12, 120–128. (In Russian)
- Сердечная А.Ю., Сукманова И.А. Современные подходы к определению и лечению кардиогенного шока при инфаркте миокарда. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020, 19 (5), 2661. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2661>
Serdechnaya A.Yu., Sukmanova I.A. Modern approaches to the diagnosis and treatment of cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020, 19 (5), 2661. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2661> (In Russian)
- Белкин А.А., Алашеев А.М., Белкин В.А. и др. Реабилитация в отделениях реанимации и интенсивной терапии (РеабИТ). Методические рекомендации Союза реабилитологов России и Федерации анестезиологии и реаниматологии. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова.* 2022, 2, 7–40. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-7-40>
Belkin A.A., Alasheev A.M., Belkin V.A. et al. Rehabilitation in the intensive care unit (RehabICU). Clinical practice recommendations of the national Union of Physical and Rehabilitation Medicine specialists of Russia and of the national Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists. *Bulletin of Intensive Care named after A.I. Saltanov.* 2022, 2, 7–40. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-7-40> (In Russian)

Сведения об авторах [Authors info]

Шевченко Иван Иванович – доктор мед. наук, кардиореаниматолог ПИТ №2 кардиологического отделения БУЗ ВО “Воронежская городская больница скорой медицинской помощи №10”; доцент кафедры терапевтических дисциплин ИДПО ФГБОУ ВО “ВГМУ им. Н.Н. Бурденко”, Воронеж. <https://orcid.org/0000-0003-1139-9603>. SPIN-код 1419-0570. Scopus Author ID 637073. E-mail: qvi58@mail.ru

Лаптиев Роман Викторович – врач эндоваскулярных методов диагностики и лечения БУЗ ВО “Воронежская городская больница скорой медицинской помощи №10”, Воронеж. <https://orcid.org/0000-0002-2733-7004>. E-mail: laparov@gmail.com

Басова Елена Андреевна – врач функциональной диагностики БУЗ ВО “Воронежская городская больница скорой медицинской помощи №10”, Воронеж. <https://orcid.org/0009-0005-1541-1245>. E-mail: helena117@yandex.ru

Телегина Елизавета Олеговна – врач физической и реабилитационной медицины отделения ранней медицинской реабилитации БУЗ ВО “Воронежская городская больница скорой медицинской помощи №10”, Воронеж. <https://orcid.org/0009-0003-1387-2203>. E-mail: eoguseva@yandex.ru

* **Адрес для переписки:** Лаптиев Роман Викторович – e-mail: laparov@gmail.com

Ivan I. Shevchenko – Doct. of Sci. (Med.), Cardiac Resuscitator of the Intensive care Unit No. 2 of the Cardiology Department, Voronezh City Clinical Hospital of Emergency Medicine No. 10; Associate Professor of the Department of Therapeutic Disciplines of the IDPO of the N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh. <https://orcid.org/0000-0003-1139-9603>. SPIN-код 1419-0570. Scopus Author ID 637073. E-mail: qvi58@mail.ru

Roman V. Laptiev – doctor of endovascular methods of diagnosis and treatment, Voronezh City Clinical Hospital of Emergency Medicine No. 10, Voronezh. <https://orcid.org/0000-0002-2733-7004>. E-mail: laparov@gmail.com

Elena A. Basova – doctor of functional diagnostics, Voronezh City Clinical Hospital of Emergency Medicine No. 10, Voronezh. <https://orcid.org/0009-0005-1541-1245>. E-mail: helena117@yandex.ru

Elizaveta O. Telegina – doctor of physical and rehabilitation Medicine of the Department of Early Medical Rehabilitation, Voronezh City Clinical Hospital of Emergency Medicine No. 10, Voronezh. <https://orcid.org/0009-0003-1387-2203>. E-mail: eoguseva@yandex.ru

* **Address for correspondence:** Roman V. Laptiev – e-mail: laparov@gmail.com

Статья получена 19 июня 2023 г.
Manuscript received on June 19, 2023.

Принята в печать 15 декабря 2023 г.
Accepted for publication on December 15, 2023.

Эндоваскулярное лечение кровотечения из ягодичной артерии: комплексное исследование серии наблюдений

А.В. Иванов^{1,3,4}, Р.М. Шабаетв^{4*}, В.А. Иванов², П.М. Староконь²,
О.В. Пинчук¹, М.И. Ахиев¹, М.А. Воронова¹

¹ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А.Вишневого” Министерства обороны Российской Федерации, г. Красногорск, Россия

² Филиал ФГБВОУ ВО “Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова” Министерства обороны Российской Федерации в г. Москве, Москва, Россия

³ ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы”, Москва, Россия

⁴ ФГБОУ ВО “Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)”, Москва, Россия

В статье представлены углубленный анализ и обобщение данных о проникающих повреждениях ягодичной области. Рассматриваются случаи специфических повреждений ягодичных артерий, таких как ложные аневризмы нижней и верхней ягодичных артерий, и их эндоваскулярное лечение. Предлагается всесторонний аналитический обзор литературы по проникающей травме ягодичной артерии, освещающий проблемы и пути решения для будущих исследований. Повреждение ягодичной области не следует недооценивать и требует высокого уровня осведомленности и знаний среди медицинских работников. В представленных наблюдениях всем пациентам была проведена окклюдизирующая эмболизация сосуда без необходимости перехода к открытой операции, что указывает на 100% успешность выполнения методики.

Ключевые слова: ранения; эндоваскулярные методы; ягодичная область; ягодичная артерия; эмболизация; кровотечение; псевдоаневризма ягодичной артерии

Для цитирования: А.В. Иванов, Р.М. Шабаетв, В.А. Иванов, П.М. Староконь, О.В. Пинчук, М.И. Ахиев, М.А. Воронова. Эндоваскулярное лечение кровотечения из ягодичной артерии: комплексное исследование серии наблюдений. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2023; 75 (4): 28–47.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: Финансирование из собственных средств.

Endovascular treatment of gluteal artery haemorrhage: a comprehensive case series study

A. V. Ivanov^{1,3,4}, R. M. Shabaev^{4*}, V. A. Ivanov², P. M. Starokon²,
O. V. Pinchuk¹, M. I. Akhiev¹, M. A. Voronova¹

¹ FSBI “National Medical Research Center of High Medical Technologies – A. A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital” of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Russia

² The branch of the federal state budgetary military educational institution of higher education “Kirov military medical academy” of the ministry of defense of the Russian Federation in the city of Moscow, Moscow, Russia

³ People’s Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

⁴ Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Moscow, Russia

This article presents an in-depth analysis and summary of data on penetrating injuries of the gluteal region. Cases of specific gluteal artery injuries, such as false aneurysms of the inferior and superior gluteal arteries, and their management are reviewed. A comprehensive analytical review of the literature on penetrating gluteal artery injury is also offered, highlighting the problems and solutions for future research. An important takeaway from the article is that gluteal injury should not be underestimated and requires a high level of awareness and knowledge among healthcare professionals. The article emphasises that the need for surgical intervention for gunshot wounds to this region can be as high as 36%. Management strategies include angiographic embolisation and surgical interventions. In the cases presented, all patients underwent embolisation without the need to proceed to open surgery, indicating a 100% success rate of the technique.

Keywords: wounds; endovascular techniques; gluteal region; gluteal artery; embolisation; bleeding; gluteal artery pseudoaneurysm

For citation: A.V. Ivanov, R.M. Shabaev, V.A. Ivanov, P.M. Starokon, O.V. Pinchuk, M.I. Akhiev, M.A. Voronova. Endovascular treatment of gluteal artery haemorrhage: a comprehensive case series study. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2023; 75 (4): 28–47.

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

Цель исследования: проанализировать результаты эндоваскулярного лечения пациентов с повреждениями ягодичной артерии.

Обзор литературы. Доступная литература по проникающим повреждениям ягодичной области включает как отчеты о случаях, так и серии клинических исследований при заметном дефиците рандомизированных клинических исследований. На долю повреждений ягодичной области приходится 3–4,8% всех проникающих ранений, и они могут представлять угрозу для жизни, уровень смертности при этом достигает 11%.

Материал и методы. В период 2022–2023 гг. в ФГБУ “НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого” Минобороны России было выполнено 12 эндоваскулярных операций при ранениях ягодичной области.

Результаты. Представленные наблюдения подтверждают высокий потенциал эндоваскулярного метода лечения при повреждении ягодичных артерий, как эффективно и менее инвазивного вмешательства по сравнению с традиционными открытыми хирургическими вмешательствами. Основным показателем наблюдений стал высокий уровень успешности процедур без необходимости открытого хирургического вмешательства.

Заключение. Анализ клинических наблюдений обосновывает целесообразность эндоваскулярного вмешательства, как эффективной и менее инвазивной альтернативы традиционным хирургическим вмешательствам. Однако необходимо выполнение более крупных исследований, которые могли бы с высокой точностью подтвердить достоверность наших наблюдений.

Список сокращений

ВОВ – Великая Отечественная война
ВЯА – верхняя ягодичная артерия
АВФ – артериовенозная фистула
ВПА – внутренняя подвздошная артерия
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
УЗИ – ультразвуковое исследование

Введение

Ягодичная область имеет четкие границы. Верхняя граница проходит по гребню подвздошной кости, нижней является ягодичная складка, медиальная граница проходит по срединной линии крестца и копчика, латеральная по линии, соединяющей переднюю верхнюю подвздошную ость с большим вертелом бедренной кости (1). Ранения ягодичной области составляют 3–4,8% (2, 3). В годы Великой Отечественной войны (ВОВ) ранения ягодичных артерий составляли 0,4–4,0% всех повреждений сосудов, смертность на поле боя при повреждении ягодичной артерии – 0,5% (4). В период ВОВ кровотечение из запирательной артерии наблюдалось в 20% ранений сосудов таза и брюшной стенки. Летальные исходы наступили у 16,5% раненых (4). Около 75% поступивших с ранением ягодичной области лечатся консервативно (5), а при боевой травме консервативное лечение получают 64% раненых (6), остальным требуется оперативное вмешательство. Уровень смертности варьирует от 0 до 11% по разным источникам литературы (2, 7–9). Наиболее частым и опасным осложнением является кровотечение из поврежденных сосудов 13,2% (10). Кровотечение из ягодичной

артерии – серьезное осложнение, требующее немедленного и эффективного вмешательства для предотвращения опасных для жизни состояний. По последним литературным данным ранения ягодичной артерии составляют 4–6% (3, 10).

Выделяют несколько причин кровотечения ягодичной области – травматические повреждения, вследствие тупой травмы или проникающих повреждений ягодичной области как ножевых, так и других боевых травм, которые часто требуют экстренной операции или могут быть отсроченными при формировании пульсирующей гематомы или псевдоаневризмы. Исторически эти вмешательства выполнялись традиционным открытым методом и включали обширные доступы, как внебрюшинные с сепарацией большой ягодичной мышцы, так и с выполнением лапаротомии для перевязки внутренней подвздошной артерии, которые усугубляли и так тяжелое состояние пациента с сочетанными ранениями и геморрагическим шоком. Открытые операции несут в себе присущие риски, такие как хирургические осложнения, более длительное время восстановления после операции и повторные эпизоды кровотечений. На этом фоне возникла необходимость в более эффективном и менее инвазивном методе лечения кровотечения из ягодичной артерии – эндоваскулярном лечении.

Эндоваскулярное лечение привлекает все большее внимание и применяется практикующими врачами как альтернатива открытым хирургическим вмешательствам с результатом достоверной остановки кровотечения 80–100% по данным литературы (11). Эндоваскулярные технологии в силу своей менее инвазивной природы предлагают более эффективную стратегию лечения, с точки зрения как остановки кровотечения и ее контроля, так и минимального объема вмешательства. Операции выполняются без широких разрезов, пациентам не требуется значительных энергетических затрат на восстановление и заживление ран. Тем не менее научные исследования применения и эффективности эндоваскулярного лечения кровотечений из ягодичной артерии остаются относительно зачаточными, что требует дальнейшего изучения. В данном исследовании представлена серия клинических наблюдений, в которых применялось эндоваскулярное лечение для остановки кровотечения при ранениях ягодичной области, что дает основание для оценки эффективности

эндоваскулярного метода лечения. Практические соображения включают устранение существующих пробелов в знаниях и разработку стратегий по улучшению прогноза и лечения пациентов в случаях кровотечения из ягодичной артерии.

Обзор литературы

Ягодичные артерии склонны к повреждениям и кровотечениям из-за своего анатомического расположения и непосредственной близости к костям таза. Считается, что только при ранении малой ягодичной и грушевидной мышц повреждения являются проникающими (12). R. Lunevicius и соавт. отмечают, что ранение ягодичной области следует рассматривать как потенциально опасное для жизни повреждение. Такие пациенты должны лечиться в стационарах, имеющих хорошее оснащение и мультидисциплинарные медицинские бригады для выполнения эндоваскулярной и открытой хирургии (13). При первичном осмотре, особенно при огнестрельных ранениях ягодичной области, повреждения внутритазовых органов и сосудов могут быть не выявлены, в связи с чем возможны диагностические ошибки (14). Ранения ягодичной области сопровождаются сочетанными и множественными ранениями внутренних органов (15). Наиболее часто повреждается верхняя ягодичная артерия (ВЯА) (9). Своевременная и полноценная визуализация повреждений сосудистых стволов и других органов и структур способствует сокращению диагностического периода и служит основой для выбора рациональной лечебно-диагностической тактики (16). При изолированном ранении ягодичной артерии кровотечение продолжается, пока давление в гематоме не станет равным давлению в артерии, а при ранении артерии и вены формируется артериовенозная фистула (АВФ) (17). В нескольких случаях сообщается о ранении ягодичной области без выявления кровотечения, затем через некоторое время пациенты поступают с обильным кровотечением из ран (18, 19), как правило, с геморрагическим шоком и пульсирующей псевдоаневризмой (20, 21). Аневризмы ягодичных артерий являются редкой клинической находкой и составляют менее 1% (22). Из-за их редкости многие хирурги принимают псевдоаневризму ягодичной области за абсцесс, их симптомы во многом схожи (tumor, rubor, calor, dolor), в некоторых статьях описывают

случаи вскрытия аневризм, путая их с абсцессами, после чего развивается обильное кровотечение, которое сложно купировать (23, 24). В одной из статей отмечается кровотечение из ягодичной артерии после внутримышечной инъекции, затем удачно эмболизированной (25). Симптоматика ложных аневризм ягодичной области неспецифична, с очень различными по времени проявлениями от нескольких недель до нескольких лет после причинной травмы (26).

Лечение повреждений ягодичных артерий преимущественно выполнялось традиционными хирургическими методами, такими как перевязка артерий, гемостатическая тампонада и хирургическое восстановление артерий. При традиционном открытом вмешательстве для остановки кровотечения из ягодичной артерии выполняются различные оперативные доступы для ее остановки. Если ягодичная артерия повреждена в дистальном и среднем отделе, то ее перевязка возможна или ягодичным разрезом по Кохеру–Лангебеку (27), или более предпочтительным расширенным ягодичным доступом по Генри (27), или по Радзиевскому–Гаген-Торну (28). При кровотечении из проксимальных отделов ягодичных артерий для надежного гемостаза следует выполнить перевязку внутренней подвздошной артерии из внебрюшинного доступа по Пирогову (28) или лапаротомным доступом, который считается более удобным при сочетанных ранениях, так как обеспечивает ревизию органов живота (3). Некоторые авторы утверждают, что перевязка только ВПА недостаточна из-за анастомоза между ягодичной, поясничной, крестцовой и ректальной артериями, которые продолжают кровоснабжать аневризматический мешок (29). Исторически сложилось так, что хирургический подход оказался эффективным в борьбе с непосредственной угрозой кровотечения. Однако эти методы часто связаны с присущими им рисками и потенциальными осложнениями, значительным риском повторного кровотечения и инфекции. Кроме того, сообщалось о более длительном пребывании и длительных периодах восстановления пациентов, что отрицательно сказывается на результатах лечения.

В последние годы эндоваскулярный подход был представлен как инновационный, менее инвазивный метод лечения артериальных и венозных кровотечений. Эндоваскулярные процедуры с использованием

методов ангиографии и эмболизации позволяют получить прямой доступ к месту кровотечения и добиться гемостаза. Селективная эмболизация – это эндоваскулярный метод, позволяющий остановить ток крови в необходимой артерии путем введения в просвет сосуда эмболов или тромбогенных химических препаратов или спиралей. Диагностическая ангиография позволяет идентифицировать поврежденную артерию (экстравазация, аневризма, АВФ) с последующей ее эмболизацией (30). Для эмболизации могут использоваться различные материалы: тромбин (31), спирали, надувные баллоны или окклюдеры различного диаметра (32). Эмболизация может также выполняться с целью гемостаза и дальнейшей безопасной резекцией аневризмы (33). По мнению одного из авторов, эндоваскулярный метод привел к улучшению результатов в остановке кровотечения (25), меньшему количеству осложнений и более коротким периодам восстановления. Другой автор отметил снижение риска инфекции, отсутствие необходимости обширного вмешательства и ятрогенных повреждений нервов и артерий (34). Эндоваскулярное лечение аневризм ягодичной артерии позволяет значительно снизить смертность по сравнению с открытой хирургией (35). В настоящее время методы интервенционной хирургии все чаще используются у пациентов с повреждениями крупных ягодичных артерий (36).

Существует недостаточно исследований, клинических наблюдений, посвященных исключительно использованию эндоваскулярного подхода при кровотечениях из ягодичной артерии.

Цель исследования: проанализировать результаты эндоваскулярного лечения у пациентов с повреждениями ягодичной артерии.

Материал и методы

Исследование было одобрено этическим советом учреждения. Согласие пациентов было получено, личность пациентов оставалась конфиденциальной. Критериями включения пациентов являлись ранения ягодичной области и выполнение у них эндоваскулярных вмешательств.

Проанализированы 12 пациентов, включенных в исследование, мужского пола, с огнестрельными или осколочными ранениями ягодичной области. Возраст раненых

варьировал от 22 до 44 лет. В 75% случаев поврежденной являлась ВЯА, в 16,7% – нижняя ягодичная артерия и в 8,3% – запирающая артерия. В половине случаев пациентов доставили с геморрагическим шоком. В наших клинических наблюдениях для эмболизации артерий использовались спирали в 58,3% случаев, окклюдеры в 16,7% и внутриартериальное введение гемостатической коллагеновой губки (коллаген, борная кислота, нитрофурал) в 25%. Лучевой доступ превалировал над остальными и составил 50%, бедренный доступ составлял 25%, плечевой – 16,7%, только в 8,3% случаев составил внутрибрюшной доступ с пункцией непосредственно в ВПА. Средний срок до выполнения оперативного вмешательства составил 15 дней. Только у двух больных наблюдалось изолированное повреждение ягодичной артерии, у остальных было сочетанное повреждение нескольких органов и систем.

Первым этапом при эндоваскулярном вмешательстве выполнялась диагностическая ангиография для визуализации поврежденной артерии, ее локализации и протяженности. После обнаружения места кровотечения применялись различные методы эмболизации, чтобы остановить патологический приток крови к поврежденному участку артерии.

Представляем несколько клинических наблюдений ранения ягодичной области с повреждением артерий ягодичной области.

Клиническое наблюдение 1

Пациент 1995 года рождения доставлен в госпиталь с диагнозом: огнестрельное осколочное проникающее ранение ягодичной области и таза слева с повреждением забрюшинного отдела мочевого пузыря, прямой кишки, забрюшинной паравезикальной гематомой. Огнестрельный перелом боковой массы крестца и подвздошной кости слева. В госпитале выполнен ряд операций: лапаротомия, ревизия органов брюшной полости и забрюшинной паравезикальной гематомы, ушивание забрюшинного разрыва задней стенки мочевого пузыря, десерозированного участка прямой кишки, дренирование брюшной полости, эпицистостомия, лапаростомия; релапаротомия, ревизия органов брюшной полости, нефростомия слева, санация и дренирование брюшной полости; санационная релапаротомия, устранение странгуляционной частичной кишечной непроходимости, ревизия мочевого пузыря, вторичная хирургическая обработка раны. Во время очередной вторичной хирургической обработки раны ягодичной области слева началось кровотечение из раневого канала, визуализировать и перевязать сосуд не удалось, выполнена тугая тампонада раны, пациент доставлен в рентгеноперационную. В клиническом анализе крови отмечены признаки анемии средней степени тяжести (Hb – 79 г/л, эр. – $2,7 \cdot 10^{12}/л$). Выполнена ангиография ВПА слева, визуализируется экстравазация из ВЯА (рис. 1). Для остановки кровотечения принято решение выполнить имплантацию спиралей в ВЯА слева. Артерия эмболизирована, кровотечение купировалось (рис. 2).

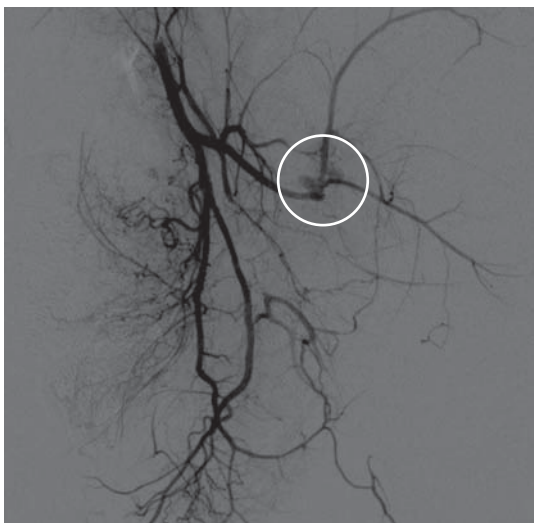


Рис. 1. Субтракционная ангиограмма таза (кругом отмечен поврежденный участок верхней ягодичной артерии).

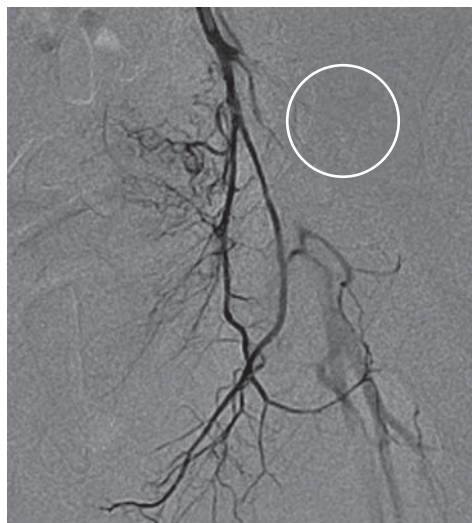


Рис. 2. Эмболизированная верхняя ягодичная артерия (кругом отмечен участок, где была экстравазация).

На 2-е сутки после операции тампоны из раны удалены, продолжены плановые перевязки и лечение. После стабилизации и восстановления пациента выполнены удаление инородного тела из ягодичной области слева и пересадка кожного лоскута в область дефекта ягодичной области слева. В дальнейшем пациент выписан на реабилитацию.

Клиническое наблюдение 2

Пациент 1996 года рождения доставлен в госпиталь с диагнозом: множественные осколочные ранения мягких тканей левой верхней и нижней конечностей. Проникающее ранение ягодичной области, таза слева, осложненное образованием ложной аневризмы левой ягодичной артерии и невропатии седалищного нерва. В анамнезе осколочное ранение левой верхней и нижней конечностей, таза. Выполнена МСКТ-ангиография брюшной полости и таза, при которой определяются множественные металлические осколки в мягких тканях ягодичной, пре- и парасакральной области с обеих сторон, экстравазация контрастного вещества в структуре ягодичной области слева (рис. 3). По данным УЗИ ягодичной области визуализируется аневризматическое расширение в верхнем квадранте размерами $50 \times 48 \times 40$ мм с выраженной пульсацией (рис. 4). В клиническом анализе крови отмечены признаки анемии легкой степени тяжести (Hb – 121 г/л, эр. – $4,6 \cdot 10^{12}$ /л). Раненого транспортировали в рентгеноперационную, где при ангиографии артерий таза визуализируется (пульсирующая гематома) псевдоаневризма, источником которой является ВЯА (рис. 5). Доступом через лучевую артерию выполнена

селективная канюляция левой ВЯА. Для эмболизации использована гемостатическая губка, введенная через катетер в просвет артерии. На контрольной ангиограмме стагнация кровотока в ВЯА и отсутствие кровотока в псевдоаневризме (рис. 6). Через неделю выполнен ультразвуковой контроль ягодичной области слева, выявлена посттравматическая аневризма ВЯА с признаками окклюзии, кровотока не регистрируется. Затем выполнены удаление инородных тел (осколков) из мягких тканей в области левого тазобедренного сустава и таза, вскрытие гематомы доступом по Радзиевскому–Гаген-Торну, санация, дренирование. После заживления ран пациент выписан на дальнейший этап реабилитации.

Клиническое наблюдение 3

Пациент 2001 года рождения получил осколочное огнестрельное ранение поясничной области и таза слева с повреждением тонкой и сигмовидной кишки, с переломом гребня левой подвздошной кости. Доставлен в ФГБУ «НМИЦ ВМТ ЦВКГ им. А.А. Вишневского» МО РФ, выполнены операции: лапаротомия, ревизия и санация органов брюшной полости, резекция участка тощей кишки с наложением межкишечного анастомоза, ушивание дефектов сигмовидной кишки, дренирование брюшной полости; релапаротомия, ревизия и санация органов брюшной полости и забрюшинного пространства слева, лапаростомия. При вторичной хирургической обработке ран поясничной области слева, области таза слева возникло кровотечение из неизвестного источника, выполнена тугая тампонада раны, кровотечение остановилось, пациента

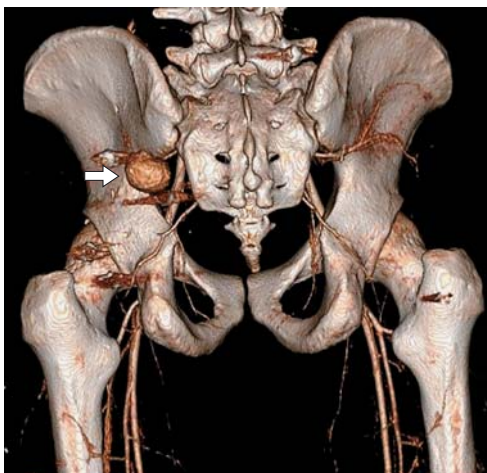


Рис. 3. МСКТ-ангиограмма таза (стрелкой указана псевдоаневризма верхней ягодичной артерии).

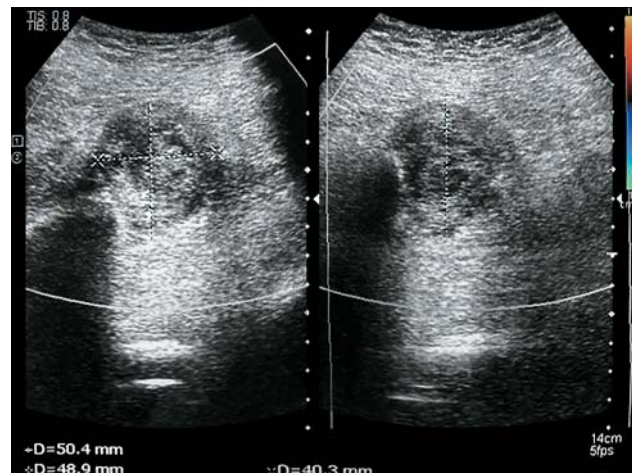


Рис. 4. УЗИ псевдоаневризмы ягодичной артерии слева.



Рис. 5. Субтракционная ангиограмма артерий таза (стрелкой показана псевдоаневризма из верхней ягодичной артерии).



Рис. 6. Контрольная субтракционная ангиограмма верхней ягодичной артерии слева после эмболизации гемостатической губкой (стрелкой указан участок эмболизированной верхней ягодичной артерии и отсутствие кровотока в псевдоаневризме).

транспортировали на КТ-ангиографию таза, при которой визуализировалась псевдоаневризма ягодичной артерии из ВЯА (рис. 7). Через день выполнена очередная обработка ран, при которой кровотечение возобновилось, остановить его не удалось, пациента доставили в операционную, выполнили среднесрединную лапаротомию, выделили ВПА и пережали ее зажимом. Решено было выполнить ангиографию ВЯА слева и ее эмболизацию. Выполнена пункция выделенной ВПА слева, заведен интродьюсер, проводник и по нему катетер, выполнена ангиография артерий таза на передвижной ангиографической установке (С-дуга), на которой визуализируется экстравазация с псевдоаневризмой из ветвей ВЯА (рис. 8). Катетер заведен селективно в ВЯА,

выполнена ее эмболизация микроспиралью. На контрольной ангиограмме кровотока по ВЯА слева не визуализируется (рис. 9), кровотечение прекратилось. Катетер, проводник, интродьюсер удалены, наложен шов на ВПА. Послойное ушивание раны. В последующем пациент был выписан на дальнейший этап реабилитации.

Клиническое наблюдение 4

Раненый 1979 года рождения доставлен в рентгенооперационную с острой кровопотерей из раны по задней поверхности подвздошной кости. В анамнезе сочетанное осколочное ранение головы, живота, таза; пельвиоабдоминальное ранение ягодичной области с повреждением восходящей ободочной кишки, забрюшин-



Рис. 7. МСКТ-ангиограмма таза (стрелкой показана псевдоаневризма ВЯА).

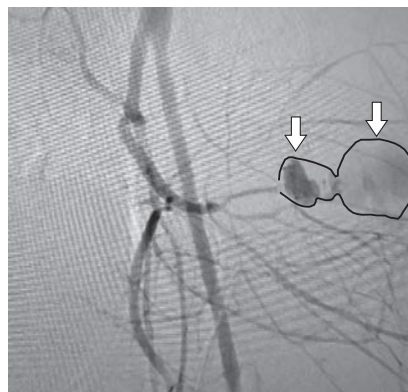


Рис. 8. Субтракционная ангиограмма артерий таза (стрелками показана псевдоаневризма и кровотока из нее).

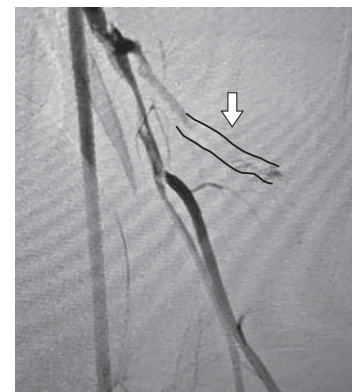


Рис. 9. Контрольная ангиограмма после имплантации спирали (стрелкой показана эмболизированная верхняя ягодичная артерия и отсутствие кровотока из нее).



Рис. 10. МСКТ-ангиограмма таза (стрелкой указана псевдоаневризма с экстравазацией).

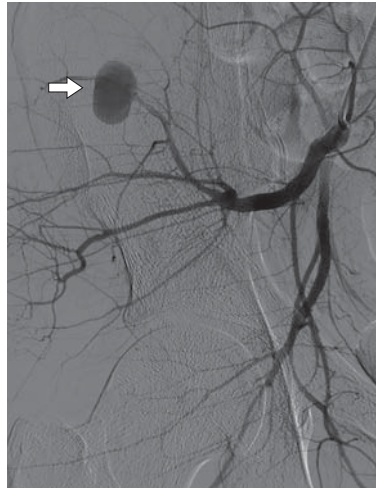


Рис. 11. Субтракционная ангиограмма артерий таза (стрелкой показана псевдоаневризма из верхней ягодичной артерии).

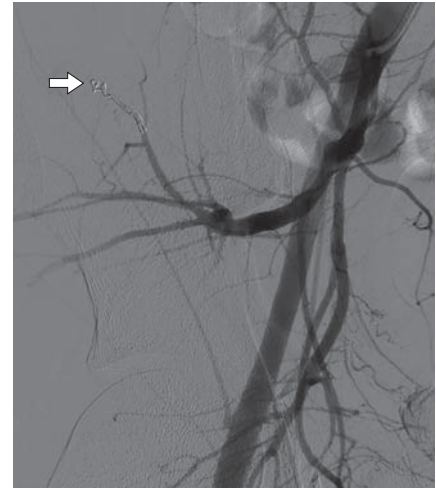


Рис. 12. Контрольная субтракционная ангиограмма после эмболизации спиралью верхней ягодичной артерии (стрелкой указана эмболизированная верхняя ягодичная артерия, отсутствие кровотечения и кровотока в псевдоаневризме).

ной гематомой правого бокового канала, огнестрельным дырчатым переломом крыла подвздошной кости справа. На предыдущих этапах были выполнены операции: лапаротомия, ревизия органов брюшной полости. Удаление инородного тела стенки восходящей ободочной кишки. Ушивание точечного дефекта стенки восходящей ободочной кишки. Вскрытие, санация и дренирование забрюшинной гематомы, гематомы паранефральной клетчатки, справа. Санация и дренирование брюшной полости. Лапаростомия. Первичная хирургическая обработка ран.

В госпитале выполнена КТ-ангиография таза, нижних конечностей, при которой визуализировались ложные посттравматические аневризмы ВЯА справа (рис. 10). При выполнении вторичной хирургической обработки раны по задней поверхности крыла подвздошной области при удалении тампона из раны началось кровотечение, рану плотно затампонировали для остановки кровотечения, пациента экстренно доставили в рентгеноперационную, где выполнена ангиография ВПА справа лучевым доступом. Визуализировалась псевдоаневризма и экстравазация из ВЯА справа (рис. 11). В ВЯА справа для остановки кровотечения имплантирована эмболизационная спираль. На контрольной ангиограмме ВЯА окклюзирована от средней трети, псевдоаневризма и кровотечение купированы (рис. 12). Пациент через некоторое время был стабилизирован и выписан на реабилитацию.

Результаты

После тщательного отбора и всестороннего анализа представленных наблюдений результаты подтвердили эффективность эндоваскулярного метода в лечении кровотечений из ягодичной артерии. В наших наблюдениях всем пациентам была проведена эмболизация без необходимости перехода к открытой операции, что указывает на 100% успешность процедуры. Более того, что касается непосредственных результатов после процедуры, то в послеоперационном периоде признаков рецидива кровотечения не наблюдалось. Во всех клинических наблюдениях пациенты продемонстрировали отличный ответ на эндоваскулярное вмешательство без каких-либо интраоперационных и послеоперационных осложнений. Результаты наблюдения 2 еще раз подтвердили преимущества эндоваскулярного подхода. Клинические наблюдения 1, 3, 4 подчеркнули эффективность эндоваскулярного метода в сложных клинических обстоятельствах при геморрагическом шоке. Пациенты продемонстрировали стабильную фазу выздоровления без осложнений, что подтверждает безопасность и надежность нашего метода в сложных ситуациях. При сравнении наблюдений выявилась закономерность, указывающая на эффективность и безопасность эндоваскулярного метода в лечении кровотечений из ягодичной артерии.

Обсуждение

Целью данного исследования было изучение эффективности эндоваскулярного метода в контроле кровотечения из ягодичной артерии. Результаты, полученные в представленных наблюдениях, подтверждают потенциал этого метода как эффективного и менее инвазивного альтернативного вмешательства. Основным показателем наблюдения стал высокий уровень успешности процедур. У всех пациентов эмболизация прошла без необходимости открытого хирургического вмешательства. Более того, показана устойчивая тенденция к эффективному гемостазу, уменьшению осложнений и сокращению сроков восстановления. Эти результаты хорошо согласуются с существующими литературными данными, посвященными эндоваскулярному лечению артериальных кровотечений в других анатомических областях. Высокая результативность, снижение потребности в переливании крови и более короткое пребывание в стационаре соответствуют результатам, рассмотренным на этапе обзора литературы. В наших наблюдениях успех эмболизаций составил 100%. Мы согласны с авторами, которые рекомендуют рассматривать проникающие повреждения ягодичных артерий как опасные для жизни, пока исследования, такие как компьютерная томография, не докажут обратное (10, 18, 37). При повреждении артерий таза и ягодичной области интервенционное лечение должно рассматриваться в первую очередь. R. Lunevicius и соавт. также рассматривают интервенционное эндоваскулярное лечение поврежденных сосудов ягодичных артерий как первую «процедуру контроля повреждений ягодичных артерий» (13). Эмболизация является более щадящим методом по сравнению с традиционным открытым вмешательством, так считают и наши зарубежные коллеги (38). Однако ограниченное количество исследований имеет решающее значение для правильной интерпретации этих результатов. Кроме того, не были включены долгосрочные результаты наблюдения за пациентами, что могло бы дать более глубокое понимание устойчивости положительных результатов и потенциальных поздних осложнений. В клиническом наблюдении 2 демонстрируется пример эффективной безопасной эмболизации ягодичной артерии с дальнейшим традиционным чрезъягодичным доступом и вскрытием, удалением, санацией

гематомы. В.А. Митиш и соавт. (39) представили аналогичное наблюдение, но вместо открытого чрезъягодичного вскрытия гематомы выполнили эндоскопическое удаление гематомы, что позволило пациенту в короткие сроки вернуться к полноценной обычной жизни, а врачам добиться хорошего косметического результата. Несмотря на эти ограничения, картина, представленная в нашей серии клинических наблюдений, является важным дополнением к растущему объему литературы, подтверждающей полезность эндоваскулярных методов.

Хотелось бы отметить, что до сих пор оснащение клиник не позволяет в некоторых регионах России выполнять эмболизацию артерий. Операции выполняют по традиционной методике (40), только благодаря высокому профессионализму хирургов смертность невысокая. Мы считаем, если при ревизии ягодичной области становится очевидным артериальный характер кровотечения, глубокое расположение его источника, ревизию раны следует прекратить и туго затампонировать. Пациента сразу же доставить в операционную и выполнить диагностическую ангиографию таза, при выявлении источника кровотечения следует эмболизировать его. К сожалению, не разработана диагностическая тактика ведения пациентов с изолированными ранениями ягодичной области. Конечно, при острых состояниях, таких как кровотечение, перитонит, которые могут сопутствовать проникающим ранениям ягодичной области, пациента следует брать на операцию, однако в некоторых случаях эти явления развиваются медленно и их можно пропустить. Клинические симптомы повреждений тазовых органов проявляются медленно, иногда только через 48 ч (41). Некоторые ориентируются на данные физикального осмотра и клинические данные (8), наблюдая за пациентом 48 ч, после чего выписывают, если не было клинических проявлений осложнений, а другие сразу же выполняют диагностическую лапаротомию (42, 43). Мы считаем, что при любом ранении ягодичной области необходимо произвести тщательный физикальный осмотр, затем выполнить МСКТ-ангиографию для точного определения поврежденных тканей, колоноскопию, экскреторную урографию и УЗИ органов малого таза, проводить наблюдение за пациентом в течение 48 ч. R. Lunevicius и соавт. (13) разработали алгоритм лечения прони-

кающих повреждений ягодичной области. Они считают, что экстренную лапаротомию следует выполнять при: 1 – гемоперитонеуме, связанном с нестабильностью гемодинамики или шоком; 2 – повреждении общих, наружных и внутренних подвздошных сосудов с нестабильностью гемодинамики, когда эндоваскулярные методы лечения не могут быть применены; 3 – генерализованном перитоните; 4 – повреждении внутрибрюшинного пространства на всю толщину или внебрюшинного отдела кишечника, подтвержденном клинически, эндоскопически или рентгенологически; 5 – внутрибрюшной перфорации мочевого пузыря. Также R. Lunevicius и соавт. отмечают, что оперировать желательнее в гибридной операционной.

Заключение

Традиционные хирургические вмешательства широко используются при лечении кровотечений из ягодичной артерии. Однако успешность операции сопряжена с такими проблемами, как интра- и послеоперационные осложнения, длительная продолжительность госпитализации и риск развития повторного кровотечения. За последние годы отмечаются развитие и рост медицинской науки и техники в сторону менее инвазивных методов лечения. Эндоваскулярные методы являются неотъемлемой частью движения лечения к менее инвазивным техникам. Исследования, проведенные нами, показали многообещающие результаты ле-

чения поврежденной ягодичной артерии, позволяющие выполнять миниинвазивные операции с меньшими процедурными рисками и более быстрым восстановлением пациента. В этом исследовании изучалось применение эндоваскулярных методов для остановки кровотечения из ягодичной артерии. Представленный анализ нескольких клинических наблюдений свидетельствует о многообещающем потенциале эндоваскулярной технологии как эффективной и менее инвазивной альтернативе традиционным хирургическим вмешательствам. Все пациенты, включенные в это исследование, прошли эндоваскулярное лечение с особенно высоким уровнем успешности процедур и низкой частотой непосредственных постпроцедурных осложнений. Кроме того, были сведены к минимуму потребности в переливании крови, а сроки восстановления относительно сокращены, что подтверждает преимущества эндоваскулярного подхода. Однако эти выводы основаны на ограниченном количестве наблюдений, и поэтому не могут быть интерпретированы как доказательства высокого уровня. Также остаются пробелы в понимании долгосрочных результатов эндоваскулярных процедур, особенно при лечении кровотечений из ягодичной артерии, что требует дальнейшего изучения. Самое главное, что эта серия наблюдений подчеркивает, что конечной целью любого медицинского исследования остается улучшение результатов лечения пациентов.

Objective. To analyse the outcomes of endovascular treatment of patients with gluteal artery injuries.

Literature review. The available literature on penetrating gluteal injuries includes both case reports and clinical study series, with a notable lack of randomised clinical trials. Gluteal injuries account for 3–4.8% of all penetrating injuries and can be life threatening, with mortality rates as high as 11%.

Material and methods. 12 endovascular surgeries for gluteal injuries were performed in the period 2022–2023 at the “A.A. Vishnevsky NMIC VMT” of the Russian Ministry of Defence. Results: the presented cases confirm the good potential of endovascular treatment method for gluteal artery injuries as an effective and less invasive intervention. The main observation was

the high success rate of the procedures without the need for open surgery.

Conclusions. The results highlight the need for additional studies, large randomised studies, which could validate our observations with high precision.

List of abbreviations

- WWII – great domestic war
- UJA – superior gluteal artery
- IJA – lower gluteal artery.
- AVF – arteriovenous aneurysm.
- ICA – internal iliac artery
- MSCT – multispiral computed tomography
- Ultrasound – ultrasound examination
- PCS – primary surgical treatment
- OBP – abdominal cavity organs

Introduction

The gluteal region has distinct boundaries. The upper boundary is the crest of the iliac bone, the lower one is the gluteal fold, the medial boundary is the midline of the sacrum and coccyx, and the lateral one is the line connecting the anterior superior iliac spine with the greater trochanter of the femur (1). Wounds of the gluteal region account for 3–4.8% (2, 3). During the Great Patriotic War (1941–1945), gluteal artery wounds accounted for 0.4–4.0% of all vascular injuries, the mortality rate on the battlefield for gluteal artery injuries was 0.5% (4). During the WWII period, bleeding from the gluteal artery was observed in 20% of pelvic and abdominal wall injuries. Fatal outcomes occurred in 16.5% of the wounded (4). About 75% of those admitted with gluteal wounds are treated conservatively (5), and in combat trauma, 64% of the injured receive conservative treatment (6), with the remainder requiring surgical intervention. Mortality rates range from 0–11% according to different literature sources (2, 7, 8, 9). The most frequent and dangerous complication is bleeding from injured vessels 13.2% (10). Bleeding from gluteal arteries is a serious complication that requires immediate and effective intervention to prevent life-threatening conditions. According to recent literature data, gluteal artery injuries account for 4–6% (3, 10).

There are several causes of gluteal haemorrhage – traumatic injuries, due to blunt trauma or penetrating injuries to the gluteal region, whether from stabbing or other combat injuries, which often require emergency surgery, or may be delayed by the formation of a pulsatile haematoma or pseudoaneurysm. Historically, these interventions have been performed using the traditional open approach and have involved extensive accesses, both extraperitoneal with separation of the gluteus maximus muscle and laparotomy for ligation of the internal iliac artery, which exacerbate the already severe condition of the patient with combined injuries and haemorrhagic shock. Open surgery carries inherent risks such as surgical complications, longer postoperative recovery time and recurrent bleeding episodes. Against this background, there has been a need for a more effective and less invasive method of treating bleeding from the gluteal artery – endovascular treatment.

Endovascular treatment is gaining increasing attention and is used by practitioners as an alternative to open surgical interventions, with an outcome of 80–100% reliable haemorrhage

arrest according to the literature (11). Endovascular techniques, due to their less invasive nature, offer a more effective treatment strategy, both in terms of stopping and controlling bleeding and in terms of minimal intervention volume. Surgeries are performed without wide incisions and patients do not require significant energy expenditure for recovery and wound healing. Nevertheless, scientific research on the use and efficacy of endovascular treatment of gluteal artery haemorrhage remains relatively embryonic, requiring further investigation. This study presents a series of clinical cases in which endovascular treatment was used to stop bleeding in gluteal wounds, providing a basis for evaluating the efficacy of endovascular treatment. Practical considerations include addressing existing knowledge gaps and developing strategies to improve the prognosis and treatment of patients in cases of gluteal artery haemorrhage.

Literature review

The gluteal arteries are prone to injury and haemorrhage due to their anatomical location and close proximity to the pelvic bones. It is believed that only when the gluteus minor and pectoralis muscle are injured, the injuries are considered to be penetrating (12). Lunevicius et al, (2014) note that gluteal injuries should be considered as potentially life-threatening injuries. Such patients should be treated in well-equipped hospitals with multidisciplinary medical teams to perform endovascular and open surgery (13). On initial examination, especially in gunshot wounds of the gluteal region, injuries to intrapelvic organs and vessels may not be detected, and therefore diagnostic errors may occur (14). Wounds of the gluteal region are accompanied by combined and multiple wounds of internal organs (15). The upper gluteal artery (UGA) is the most frequently injured (9). Timely and complete visualisation of injuries of vascular trunks and other organs and structures helps to shorten the diagnostic period and serves as a basis for the choice of rational therapeutic and diagnostic tactics (16). In isolated gluteal artery wounds, bleeding continues until the pressure in the haematoma equals that of the artery, and in arterial and venous wounds, an arteriovenous fistula (AVF) is formed (17). In a few cases, wounding of the gluteal region without detectable haemorrhage is reported, then some time later patients are admitted with profuse bleeding from the wounds (18, 19) usually with haemorrhagic shock and a

pulsating pseudoaneurysm (20, 21). Gluteal artery aneurysms are a rare clinical finding, less than 1% (22). Because of their rarity, many surgeons mistake a gluteal pseudoaneurysm for an abscess, their symptoms are very similar (tumor, rubor, calor, dolor), and some articles describe cases of aneurysms opening, mistaking them for abscesses, followed by profuse bleeding that is difficult to control (23, 24). One article notes bleeding from the gluteal artery after an intramuscular injection, then successfully embolised (25). The symptomatology of false gluteal aneurysms is nonspecific, with very variable time of presentation ranging from a few weeks to several years after the causative injury (26).

Treatment of gluteal artery injuries was predominantly performed using traditional surgical techniques such as arterial ligation, haemostatic tamponade and surgical arterial repair. In traditional open intervention to stop bleeding from the gluteal artery, various surgical accesses are performed to stop bleeding from the gluteal artery. If the gluteal artery is injured distally and medially, it can be ligated by gluteal incision according to Kocher-Langebeck (27) or more preferably by extended gluteal access according to Henry (27) or Radzievsky-Gagen-Thorn (28). When bleeding from the proximal gluteal arteries for reliable haemostasis one should perform ligation of the internal iliac artery from the extraperitoneal access according to N.I. Pirogov (28) or laparotomy access, which is considered more convenient in case of combined wounds because it provides revision of abdominal organs (3). Some authors argue that ligation of the internal iliac artery alone is insufficient because of the anastomosis between the gluteal, lumbar, sacral and rectal arteries, which continue to supply blood to the aneurysmal sac (29). Historically, surgical approaches have proven effective in controlling the immediate threat of bleeding. However, these techniques are often associated with inherent risks and potential complications, significant risk of rebleeding and infection. In addition, longer stays and longer recovery periods for patients have been reported, with a negative impact on patient outcomes.

In recent years, the endovascular approach has been presented as an innovative, less invasive strategy for the treatment of arterial bleeding. Endovascular procedures using angiography and embolisation techniques allow direct access to the bleeding site and achieve haemostasis. Selective embolisation is an endovascular method to stop the blood flow in the required

artery by introducing emboli or thrombogenic chemicals into the vessel lumen. Diagnostic angiography allows identifying a damaged artery (extravasation, aneurysm, AVF) with its subsequent embolisation (30). Various materials can be used for embolisation: thrombin (31), spirals, inflatable balloons or occluders of different diameters (32). Embolisation can also be performed for the purpose of hemostasis and further safe resection of the aneurysm (33). According to one author, the endovascular technique has led to better results in stopping bleeding (25), fewer complications and shorter recovery periods. Another author noted a reduced risk of infection, no need for extensive intervention and no iatrogenic damage to nerves and arteries (34). Endovascular treatment of gluteal muscle aneurysms can significantly reduce morbidity and mortality compared to open surgery (35). Currently, interventional surgery techniques are increasingly used in patients with large gluteal artery injuries (36).

There is a paucity of case series studies dedicated exclusively to the use of endovascular approach for bleeding from the gluteal artery.

Objective: to analyse the results of endovascular treatment in patients with gluteal artery injuries.

Material and methods

the study was approved by the ethical board of the institution. Patient consent was obtained and the identity of the patients was kept confidential. The inclusion criteria of patients were gluteal artery injuries and endovascular interventions performed in them.

All patients included in the study were male with gunshot or shrapnel wounds of the gluteal region. The age of the injured ranged from 22 to 44 years. In 75% of the cases, the injured artery was the VJA, 16.7% in the NJA and 8.3% of the hock artery. In half of the cases, patients were delivered with haemorrhagic shock. In our clinical observations, spirals were used for arterial embolisation in 58.3% of cases, occluders in 16.7% and intra-arterial injection of haemostatic collagen sponge (collagen, boric acid, nitrofuril) in 25% of patients. Only two patients had isolated injury of the gluteal artery, the rest had combined injury of several organs and systems.

The first step in performing endovascular intervention was diagnostic angiography to visualise the damaged artery. Once the bleeding site was identified, various embolisation tech-

niques were used to stop the pathological blood flow to the damaged arterial site.

We present a few clinical cases of gluteal wound with injury to gluteal arteries.

Clinical case 1

Patient I., born in 1995, was brought to the hospital with the following diagnosis: gunshot shrapnel penetrating wound of the gluteal region and pelvis on the left side with damage to the retroperitoneal bladder, rectum, retroperitoneal paravesical haematoma. Gunshot fracture of the lateral mass of the sacrum and iliac bone on the left. A series of operations were performed in the hospital: laparotomy, revision of abdominal cavity organs and retroperitoneal paravesical haematoma, suturing of retroperitoneal rupture of the posterior wall of the bladder, deserosed section of the rectum, drainage of the abdominal cavity, epicistostomy, laparostomy; Relaparotomy, revision of the abdominal cavity organs, nephrostomy on the left side, sanation and drainage of the abdominal cavity; sanation relaparotomy, removal of strangulation partial intestinal obstruction, bladder revision, secondary surgical wound treatment. During the next secondary surgical treatment of the wound of the gluteal region on the left side, bleeding from the wound channel started, it was impossible to visualise and ligate the vessel, tight wound tamponade was performed, he was taken to the X-ray operating room. Clinical blood analysis showed signs of moderate anaemia (Hb – 79 g/l, Er – $2.7 \times 10^{12}/l$). Angiography of the left internal iliac artery (IIA) was performed, extravasation from the superior gluteal artery (SGA) was visualised (Fig. 1). To stop the bleeding, the decision

was made to perform spiral implantation in the IJA on the left to embolise it. The artery was embolised and the bleeding was stopped (Fig. 2). On the second day after the operation the tampons were removed from the wound, scheduled dressings and treatment were continued. After the patient stabilised and recovered, the foreign body was removed from the gluteal region on the left and a skin flap was transplanted to the defect of the gluteal region on the left. The patient was subsequently discharged for rehabilitation.

Clinical case 2

Wounded K., born in 1996, was brought to the hospital with the following diagnosis: Multiple shrapnel wounds of soft tissues of the left upper and lower extremities. Penetrating wound of the gluteal region, pelvis on the left complicated by the formation of a false aneurysm of the left gluteal artery and neuropathy of the sciatic nerve. In the anamnesis, shrapnel wound of the left upper and lower extremity, pelvis. MSCT-angiography of the abdominal cavity and pelvis was performed, which showed multiple metal fragments in the soft tissues of the gluteal, pre- and parasacral regions on both sides, extravasation of contrast agent in the structure of the gluteal region on the left side (Fig. 3). According to ultrasound findings of the gluteal region, aneurysmal enlargement in the upper quadrant measuring $50 \times 48 \times 40\text{mm}$ with pronounced pulsation was visualised (Fig. 4). Clinical blood analysis showed signs of mild anaemia (Hb – 121 g/l, Er – $4.6 \times 10^{12}/l$). The wounded patient was transported to the X-ray operating room, where angiography of the pelvic arteries showed a pseudoaneurysm (pulsating hematoma),

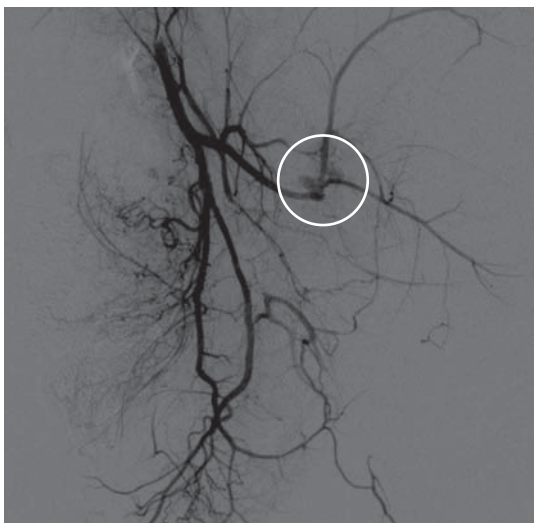


Fig. 1. Pelvic subtraction angiogram (the circle marks the damaged portion of the upper gluteal artery).



Fig. 2. Embolized upper gluteal artery (the circle marks the area with previous extravasation).

the source of which was the superior gluteal artery (Fig. 5). Selective cannulation of the IJA on the left side was performed through the radial artery, a hemostatic sponge introduced through a catheter into the IJA was used for embolisation. The control angiography showed stagnation of blood flow in the VJA and absence of blood flow in the pseudoaneurysm (Fig. 6). A week later, a control ultrasound of the gluteal region on the left side was performed, which showed a posttraumatic aneurysm of the IJA with signs of occlusion, blood flow was not registered. Then removal of foreign bodies (fragments) from soft tissues in the area of the left hip joint and pelvis, opening of the haematoma by Radzievsky-Gagen-Thorn access, sanation, drainage were performed. After wound healing, the patient was discharged for further rehabilitation.

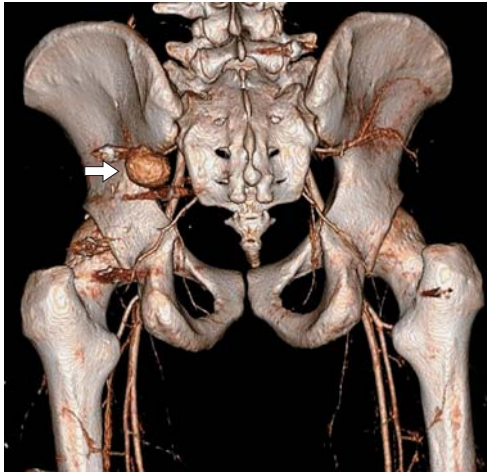


Fig. 3. Pelvic MSCT angiogram (the arrow marks the pseudoaneurysm of the upper gluteal artery).

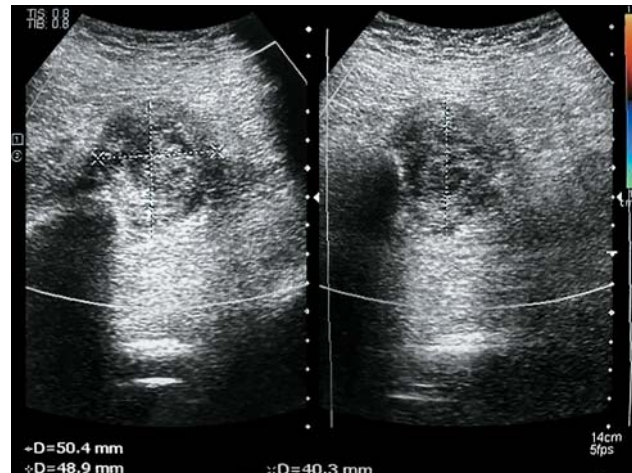


Fig. 4. US investigation of the pseudoaneurysm of the gluteal artery of the left.



Fig. 5. Subtraction angiogram of the pelvic arteries (the arrow marks the pseudoaneurysm of the upper gluteal artery).

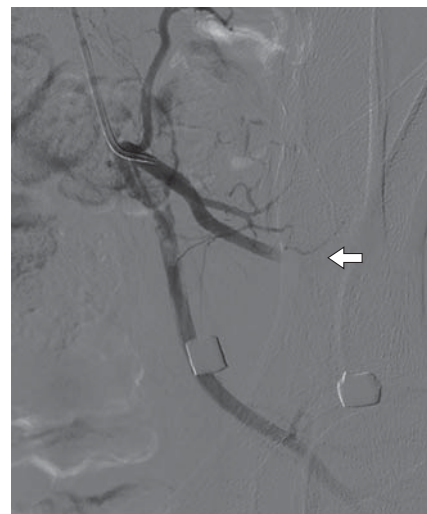


Fig. 6. Control subtraction angiogram of the left upper gluteal artery after the embolization with hemostatic sponge (the arrow marks the segment of the embolized upper gluteal artery and the absence of the blood flow in the pseudoaneurysm).

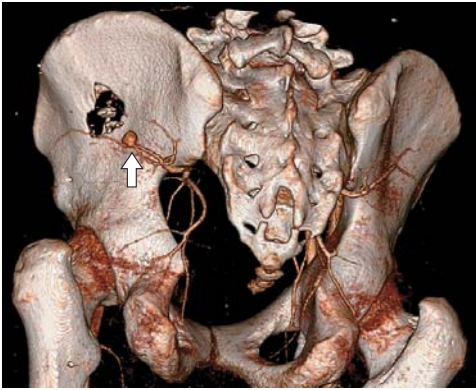


Fig. 7. Pelvic MSCT angiogram (the arrow marks the pseudoaneurysm of the UGA).

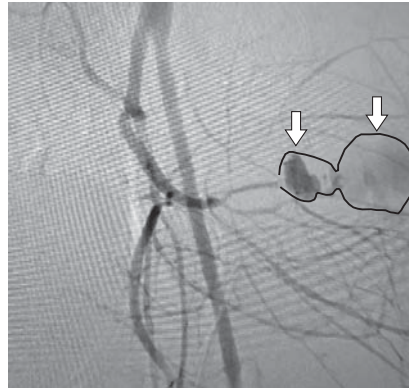


Fig. 8. Subtraction angiogram of the pelvic arteries (the arrows mark the pseudoaneurysm and the bleeding from it).

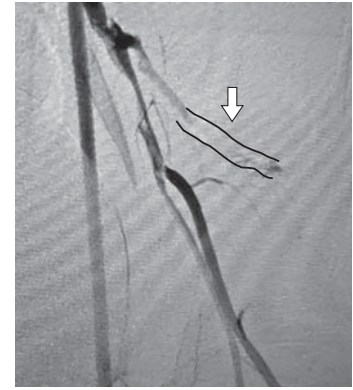


Fig. 9. Control angiogram after coil implantation (the arrow marks the embolized upper gluteal artery and the absence of bleeding from it).

gion on the left, bleeding from an unknown source occurred, tight wound tamponade was performed, the bleeding stopped, the patient was transported to CT-angiography of the pelvis, where a pseudoaneurysm of the gluteal artery from the VJA was visualised (Fig. 7). A day later, another wound treatment was performed, during which the bleeding resumed and could not be stopped, the patient was taken to the operating theatre, a mid-median laparotomy was performed, the internal iliac artery was isolated and clamped. It was decided to perform angiography of the left IAA and its embolisation. We performed puncture of the isolated VPA on the left side, inserted an intraducer, a guide and a catheter through it, performed angiography of the pelvic arteries with C-arc, which showed extravasation with a pseudoaneurysm

from the branches of the VJA (Fig. 8). The catheter was inserted selectively into the VJA, and its embolisation with a microspiral was performed. At the control angiography, no blood flow through the left VJA was visualised (Fig. 9), the bleeding stopped. The catheter, guidewire, and intraducer were removed, and the VPA artery was sutured. Layer-by-layer suturing of the wound. The patient was subsequently discharged for further rehabilitation.

Clinical case 4

Wounded P., born in 1979, delivered to the X-ray operating theatre with acute blood loss from a wound on the posterior surface of the iliac bone. The patient had a history of combined shrapnel wound of the head, abdomen, pelvis; pelvioabdominal wound



Fig. 10. Pelvic MSCT angiogram (the arrow marks the pseudoaneurysm with extravasation).

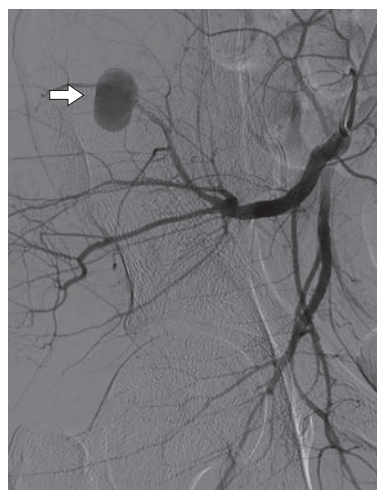


Fig. 11. Subtraction angiogram of the pelvic arteries (the arrow marks the pseudoaneurysm of the upper gluteal artery).

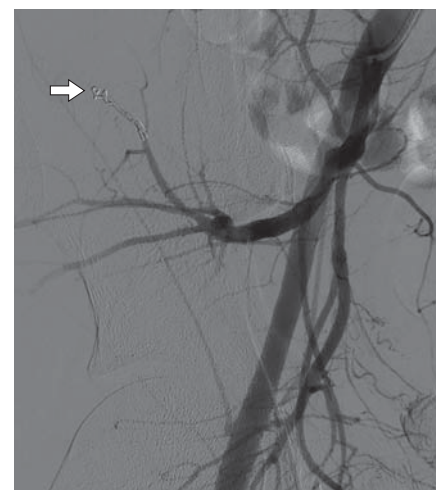


Fig. 12. Control subtraction angiogram after coil embolization of the upper gluteal artery (the arrow marks the embolized upper gluteal artery, the absence of bleeding and the blood flow in the pseudoaneurysm).

of the gluteal region with damage to the ascending colon, retroperitoneal haematoma of the right lateral canal, gunshot hole fracture of the wing of the iliac bone on the right side. The following operations were performed at the previous stages: Laparotomy, revision of the OP. Removal of a foreign body of the wall of the ascending colon. Suturing of the point defect of the wall of the ascending colon. Opening, sanation and drainage of retroperitoneal haematoma, paranephral haematoma on the right side. Sanation and drainage of the abdominal cavity. Laparostomy. PCW of wounds.

CT-angiography of the pelvis and lower extremities was performed in the hospital, showing false post-traumatic aneurysms of the superior gluteal artery on the right side (Fig. 10). When performing secondary surgical treatment of the wound on the posterior surface of the iliac wing, when removing the tampon from the wound, bleeding started, the wound was tightly tamponed to stop the bleeding, the patient was urgently taken to the X-ray operating theatre, where angiography of the internal iliac artery on the right side was performed by radial access. A pseudoaneurysm and extravasation from the IJA on the right side was visualised (Fig. 11). An embolisation spiral was implanted in the VJA on the right to stop the bleeding. On control angiography, the IJA was occluded from the middle third, the pseudoaneurysm and bleeding were stopped (Fig. 12).

The patient stabilised after some time and was discharged for rehabilitation.

Results

After careful selection and comprehensive analysis of the presented cases, the results confirmed the efficacy of the endovascular technique in the treatment of bleeding from the gluteal artery. In the cases presented, all patients underwent embolisation without the need to proceed to open surgery, indicating a 100% success rate of the procedure. Moreover, regarding the immediate results after the procedure, no signs of bleeding recurrence were observed in the postoperative period. In all clinical cases, patients demonstrated an excellent response to the endovascular procedure without any intraoperative and postoperative complications. The results of 2 cases further confirmed the advantages of the endovascular approach. Clinical cases 1, 3, 4 highlighted the efficacy of the endovascular approach in the difficult clinical circumstances of haemorrhagic shock. Patients demonstrated a stable recovery phase without complications, confirming the safety and reliability of our method in complex situations. The comparison of cases re-

vealed a pattern indicating the efficacy and safety of the endovascular method in the treatment of bleeding from the gluteal artery.

Discussion

The aim of this study was to investigate the efficacy of the endovascular technique in controlling bleeding from the gluteal artery. The results obtained in the presented cases confirm the potential of this method as an effective and less invasive alternative intervention. The main indicator of follow-up was the high procedural success rate. In all patients, embolisation was successful without the need for open surgery. Moreover, cases showed a consistent trend towards effective haemostasis, reduced complications and shorter recovery time. These results are in good agreement with existing literature data on endovascular treatment of arterial bleeding in other anatomical regions. The high success rate, reduced need for blood transfusion, and shorter hospital stay are consistent with the results discussed in the literature review phase. In our operations, the success rate of embolisation was 100%. We agree with the authors who recommend that penetrating buttock injuries should be considered life-threatening until studies such as CT scans prove otherwise (10, 18, 37). In case of pelvic and gluteal arterial injuries, interventional treatment should be considered first, Lunevicius et al. also considers interventional endovascular treatment of injured gluteal vessels as the first "procedure for controlling gluteal arterial injuries" (13). Embolisation is a more sparing method compared to traditional open intervention, as our foreign colleagues believe (38). However, the limited number of studies is crucial for the correct interpretation of these results. In addition, long-term follow-up results of patients were not included, which could have provided a better understanding of the sustainability of positive results and potential late complications. Case 2 demonstrates an example of an effective safe embolisation of the gluteal artery with further conventional peri gluteal access and dissection, removal, sanation of the haematoma. Mitish et al (39) presented a similar case, but instead of open peri gluteal dissection of the haematoma, they performed endoscopic removal of the haematoma, which allowed the patient to return to full normal life in a short time and the doctors to achieve a good cosmetic result. Despite these limitations, the picture observed in our case series represents an important addition to the growing body of

literature supporting the usefulness of endovascular techniques.

It should be noted that the equipment of clinics still does not allow to perform arterial embolisation in some regions of Russia. Operations are performed according to the traditional technique (40), only due to the high professional analysis of surgeons, mortality is not high. We believe that if revision of the gluteal region reveals the arterial nature of bleeding, the deep location of its source, wound repair should be stopped and tightly tamponed. The patient should be immediately taken to the operating theatre and diagnostic angiography of the pelvis should be performed; if the source of bleeding is identified, it should be embolised. Unfortunately, no diagnostic tactics have been developed for the management of patients with isolated wounds of the gluteal region. Of course, in acute conditions such as haemorrhage, peritonitis, which may accompany penetrating wounds of the gluteal region, the patient should be taken to surgery, but in some cases these phenomena develop slowly and can be overlooked. Clinical symptoms of pelvic injuries are slow to appear, sometimes only after 48 hours (41). Some are guided by physical examination and clinical findings (8), monitoring the patient for 48 hours and then discharging the patient if there were no clinical manifestations of complications, while others immediately perform a diagnostic laparotomy (42, 43). We believe that in any wound of the gluteal region it is necessary to perform a thorough physical examination, then perform MSCT-angiography, to accurately identify the damaged tissues, colonoscopy, excretory urography and ultrasound of the pelvic organs, to monitor the patient for 48 hours. Lunyavicius et al. (13) developed an algorithm for the treatment of penetrating injuries of the gluteal region. He believes that emergency laparotomy should be performed when: 1 – haemoperitoneum associated with haemodynamic instability or shock, 2 – injury of common, external and internal iliac vessels with haemodynamic instability, when the endovascular treatment methods cannot be applied, 3 – generalised peritonitis, 4 – full thickness intraperitoneal or extra-

peritoneal bowel injury confirmed clinically, endoscopically or radiologically, and 5 – intraperitoneal bladder perforation. Lunyavicius also notes that surgery should preferably be performed in a hybrid operating theatre.

Conclusion

Conventional surgical procedures are widely used in the treatment of gluteal artery haemorrhage. However, the success of surgery is associated with problems such as intra- and post-operative complications, long duration of hospitalisation and rebleeding. In recent years, there has been a development and growth of medical science and technology towards less invasive treatments. Endovascular techniques, are an integral part of the treatment movement towards less invasive techniques. Our studies have shown promising results in the treatment of gluteal artery injury, allowing for minimally invasive surgery, with less procedural risk and faster patient recovery. This study investigated the use of endovascular techniques to stop bleeding from the gluteal artery. Through the analysis of several clinical cases presented, the data demonstrate the promising potential of endovascular technology as an effective and less invasive alternative to conventional surgical interventions. All patients included in this study underwent successful endovascular treatment with particularly high procedural success rates and low rates of immediate post-procedural complications. In addition, blood transfusion requirements were minimised and recovery times were relatively shorter, confirming the benefits of the endovascular approach. However, these findings are based on a limited number of cases and therefore cannot be interpreted as high-level evidence. The results highlight the need for additional studies, large randomised studies, which could validate our observations with high fidelity. There remain gaps in the understanding of the long-term outcomes of endovascular procedures, especially in the treatment of gluteal artery haemorrhage, which require further investigation. Most importantly, this case series emphasises that the ultimate goal of any medical research remains to improve patient outcomes.

Список литературы [References]

- Nikolaev A.V. Topographic Anatomy and Operative Surgery: М.: GEOTAR-Media, 2018. 672 p. ISBN: 978-5-9704-4549-5
- Lesperance K., Martin M.J., Beekley A.C., Steele S.R. The significance of penetrating gluteal injuries: an analysis of the Operation Iraqi Freedom experience. *J. Surg. Educ.* 2008, 65 (1), 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2007.08.004>
- Зуев В.К., Пинчук О.В., Курицын А.Н., Яменсков В.В. Перевязка внутренней подвздошной артерии при огнестрельных ранениях ягодичной области и таза. *Военно-медицинский журнал.* 2003, 324 (11), 15–18.
Zuev V.K., Pinchuk O.V., Kuritsyn A.N., Yamenskov V.V. Ligation of the internal iliac artery for gunshot injuries of the gluteal area and the pelvis. *Military Medical Journal.* 2003, 324 (11), 15–18. (In Russian)
- Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.: В 35 т. / Гл. ред. Е.И. Смирнов. М.: Медгиз, 1955. Т. 19: Огнестрельные ранения и повреждения сосудов. 462 с.
The experience of Soviet medicine during the Great National War of 1941–1945: in 35 volumes. / Editor-in-Chief E.I. Smirnov. Moscow.: Medgiz, 1955. v. 19: Gunshot wounds and vascular injuries. 462 с. (In Russian)
- Mamode N., Reid F.W. Haemorrhage following penetrating gluteal trauma. *Br. J. Surg.* 1994, 81 (2), 203–204. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800810214>
- Ferrado F.J., Livingston D.H., Odom J. et al. The role of sigmoidoscopy in the management of gunshot wounds to the buttocks. *Am. Surg.* 1993, 59 (6), 350–352.
- Susmallian S., Ezri T., Elis M. et al. Gluteal stab wound is a frequent and potentially dangerous injury. *Injury.* 2005, 36(1), 148–150. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2003.10.002>
- Velmahos G.C., Demetriades D., Cornwell E.E. III. Transpelvic gunshot wounds: routine laparotomy or selective management? *Wld J. Surg.* 1998, 22, 1034–1038. <https://doi.org/10.1007/s00268990051>
- Ceyran H, Akçali Y, Ozcan N, Tasdemir K. Isolated penetrating gluteal injuries. *Perspect. Vasc. Surg. Endovasc. Ther.* 2009, 21 (4), 253–256. <https://doi.org/10.1177/1531003510370716>
- Lunevicius R., Schulte K.M. Analytical review of 664 cases of penetrating buttock trauma. *Wld J. Emerg. Surg.* 2011, 6 (1), 33. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-6-33>
- Guyen K., Rozanes I., Ucara A. et al. Pushable springcoil embolization of pseudoaneurysms caused by gluteal stab injuries. *Eur. J. Radiol.* 2010, 73, 391–395. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.10.037>
- Mercer D.W., Buckman R.F. Jr., Sood R. et al. Anatomic considerations in penetrating gluteal wounds. *Arch. Surg.* 1992, 127 (4), 407–410. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1992.01420040049008>
- Lunevicius R., Lewis D., Ward R.G. et al. Penetrating injury to the buttock: an update. *Tech. Coloproctol.* 2014, 18 (11), 981–992. <https://doi.org/10.1007/s10151-014-1168-2>
- Vukić Z. Gluteal gunshot wounds. *Mil. Med.* 2000, 165 (3), 237–239. PMID: 10741090
- Гуманенко Е.К., Шаповалов В.М., Дулаев А.К., Дадькин А.В. Лечение военнослужащих с повреждениями таза на этапах медицинской эвакуации в современных локальных военных конфликтах. *Военно-медицинский журнал.* 2002, 323 (10), 24–28.
Gumanenko E.K., Shapovalov V.M., Dulaev A.K., Dadykin A.V. Management of militarys with pelvic injuries at various stages of medical evacuation in contemporary local military conflicts. *Military Medical Journal.* 2002, 323 (10), 24–28. (In Russian)
- Иванов А.В., Шабает Р.М., Иванов В.А., Файбушевич А.Г. Эндоваскулярная помощь при травматических повреждениях сосудистой стенки с применением лучевых методов. *Вестник Медицинского института непрерывного образования.* 2023, 3 (2), 53–57. https://doi.org/10.36107/2782-1714_2023-3-2-53-57
Ivanov A.V., Shabaev R.M., Ivanov V.A., Faibushevich A.G. Endovascular care for traumatic vascular wall injuries using instrumental diagnostic. *Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education.* 2023, 3 (2), 53–57. https://doi.org/10.36107/2782-1714_2023-3-2-53-57 (In Russian)
- Косенков А.Н., Гаджиев Н.А. Основные принципы диагностики ранений магистральных сосудов и их последствий. *Хирургия.* 2004, 2, 73–77. PMID: 14997891
Kosenkov A.N., Gadzhiev N.A. General principles of diagnosis of major vessels injuries and their consequences. *Khirurgiia (Mosk).* 2004, 2, 73–77. (In Russian) PMID: 14997891
- Clark S., Westley S., Coupland A. et al. Buttock wounds: beware what lies beneath. *BMJ Case Rep.* 2017, 2017, bcr2017220425. <https://doi.org/10.1136/bcr-2017-220425>
- Kim Y., Lee W. Hypovolemic shock caused by delayed-onset superior gluteal artery rupture, successfully treated with arteriographic embolization. *Acta Chir. Belg.* 2018, 118 (6), 380–383. <https://doi.org/10.1080/00015458.2017.1385895>
- Aydin A., Lee C.C., Schultz E., Ackerman J. Traumatic inferior gluteal artery pseudoaneurysm: case report and review of literature. *Am. J. Emerg. Med.* 2007, 25 (4), 488. e1–3. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2006.11.015>
- Coste M., Yoon D., Noory M., Roudnitsky V. Superior gluteal artery pseudoaneurysm after a gunshot wound to the buttock: A case. *Int. J. Surg. Case Rep.* 2020, 77, 341–344. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2020.11.016>
- Fried J.A., Wright L.M. True superior gluteal artery aneurysm. *J. Vasc. Surg. Cases.* 2015, 1 (3), 221–223. <https://doi.org/10.1016/j.jvsc.2015.07.003>
- Johnson S.P., Wang W.S., Peyton B.D., Whitehill T. Endovascular therapy of superior gluteal artery aneurysms: case report and review of literature. *Semin. Intervent. Radiol.* 2007, 24 (1), 29–33. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971182>
- Gilroy D., Saadia R., Hide G., Demetriades D. Penetrating injury to the gluteal region. *J. Trauma.* 1992, 32 (3), 294–297. <https://doi.org/10.1097/00005373-199203000-00005>
- Vauthey J.N., Maddern G.J., Balsiger D. et al. Superselective embolization of superior gluteal artery pseudoaneurysms following intramuscular injection: case report. *J. Trauma.* 1991, 31 (8), 1174–1175. PMID: 1875445.
- Blin V., Picquet J., Jousset Y. et al. Anévrysme de l'artère glutéale supérieure. *J. Mal. Vasc.* 2004, 29, 213–215.

27. Rommens P.M. The Kocher-Langenbeck approach for the treatment of acetabular fractures. *Eur. J. Trauma*. 2004, 30, 265–273. <https://doi.org/10.1007/s00068-004-1094-5>
28. Котович Л.Е., Леонов С.В., Руцкий А.В. и др. Техника выполнения хирургических операций: Справочник. Минск: 1985. 10–12.
Kotovich L.E., Leonov S.V., Rutsky A.V. et al. Technique of surgical interventions: a Handbook. Minsk, 1985. 10–12. (In Russian)
29. Shorn B., Reitmeier F., Falk V. et al. True aneurysm of the superior gluteal artery: case report and review of literature. *J. Vasc. Surg.* 1995, 21 (5), 851–854. [https://doi.org/10.1016/s0741-5214\(05\)80017-5](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(05)80017-5)
30. Bouarhroum A., El Khloufi S., El Hassani R., Bensaid Y. Bilateral mycotic aneurysm of the superior gluteal artery. *Ann. Vasc. Surg.* 2009, 23 (5), 686. [e7–9]. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2009.01.005>
31. Rubinstein C., Endean E.D., Minion D.J. et al. Thrombin injection for the treatment of mycotic gluteal aneurysm. *Vasc. Endovasc. Surg.* 2012, 46 (1), 77–79. <https://doi.org/10.1177/1538574411419375>
32. Duff S.E., Wilson N.M. True aneurysm of the inferior gluteal artery: case report and review of the literature. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2001, 22 (4), 379–380. <https://doi.org/10.1053/ejvs.2001.1450>
33. Tsao J., Yang D., Ma H., Lu X. Traumatic inferior gluteal artery pseudoaneurysm with compressive neuropathy managed with endovascular embolization and surgery. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2014, 37 (1), 275–277. <https://doi.org/10.1007/s00270-013-0552-z>
34. Agarwal M., Giannoudis P.V., Syed A.A. et al. Pseudoaneurysm of the inferior gluteal artery following polytrauma: diverse presentation of a dangerous complication: a report of two cases. *J. Orthop. Trauma*. 2003, 17 (1), 70–74. <https://doi.org/10.1097/00005131-200301000-00013>
35. Taif S., Derweesh A., Talib M. Superior gluteal artery pseudoaneurysm presenting as a gluteal mass: case report and review of literature. *J. Clin. Imaging Sci.* 2013, 3, 49. <https://doi.org/10.4103/2156-7514.120805>
36. Rasmussen T.E. Commentary on “Isolated penetrating gluteal injuries: a potentially life-threatening trauma”. *Perspect. Vasc. Surg. Endovasc. Ther.* 2009, 21 (4), 257–258. Discussion 258. <https://doi.org/10.1177/1531003510372417>
37. Hefny A.F., Salim E.A., Bashir M.O. et al. An unusual stab wound to the buttock. *J. Emerg. Trauma Shock*. 2013, 6, 298–300. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.120387>
38. Fallon W.F., Jacksonville, Fla, Reyna L.T.M. Penetrating trauma to the buttock. *South. Med. J.* 1988, 81 (10), 1236–1238. <https://doi.org/10.1097/00007611-198810000-00009>
39. Митиш В.А., Дворникова М.А., Мединский П.В. и др. Эндохирургическое лечение посттравматической пульсирующей гематомы ягодичной области у подростка. *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченко*. 2020, 7 (2), 28–36. <https://doi.org/10.25199/2408-9613-2020-7-2-28-36>
40. Опыт лечения пострадавших с ранениями ягодичной области / С.Ю. Облов, М.А. Кадиев, М.К. Магомедов, Х.А. Магомедов. Современные подходы к диагностике и лечению травматологических и ортопедических больных: Сборник тезисов Научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Дагестанского государственного медицинского университета, Махачкала, 30 марта 2018 года / Отв. ред. А.Р. Атаев. Махачкала: Издательско-полиграфический центр: Научная книга, 2018: 141–143.
Experience with the treatment of patients with gluteal area wounds / S.Yu. Oblov, M.A. Kadiev, M.K. Magomedov, Kh.A. Magomedov. Current approaches to the diagnosis and treatment of traumatological and orthopedical patients: Book of abstracts of the Scientific and Practical conference dedicated to the 50th anniversary of the Department of traumatology, orthopedics and military filed surgery of the Dagestan State medical university, Makhachkala, March 30th, 2018 / Executive editor A.R. Ataev. Makhachkala: Publishing and printing center: Nauchnaya Kniga, 2018: 141–143. (In Russian)
41. Coppa G.F., Davalle M., Pachter H.L., Hofstetter H.F. Management of penetrating wounds of the back and flank. *Surg. Gynecol. Obstet.* 1984, 159, 514–518.
42. Vanderzee J., Christenberry P., Jurkovich G.J. Penetrating trauma to the back and flank. *Am. Surg.* 1987, 53, 220–222.
43. Михайлов А.П., Данилов А.М., Напалков А.Н. и др. Ранения ягодичной области. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2005, 5, 51–54.
Mikhailov A.P. Danilov A.M. Napalkov A.N. et al. Ранения ягодичной области. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2005, 5, 51–54. (In Russian)

Сведения об авторах [Authors info]

Иванов Александр Владимирович – заведующий отделением РХМДЛ ФГБУ “НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого” Минобороны России, Красногорск, Московская обл.; преподаватель кафедры рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы”; заведующий кафедрой рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ФГБОУ ВО “Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3214-2375>

Шабает Рафаэль Маратович – канд. мед. наук, врач отделения рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ФГБУ “НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого” Минобороны России, Красногорск, Московская обл.; врач отделения рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ФГБОУ ВО “Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-9595-3028>

Иванов Владимир Александрович – доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, полковник медицинской службы в отставке, филиал ФГБВОУ ВО “Военномедицинская академия им. С.М. Кирова” Минобороны России в г. Москве, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3319-3294>

Староконь Павел Михайлович – доктор мед. наук, профессор, филиал ФГБВОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” Минобороны России в г. Москве, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6512-9361>. Scopus Author ID: 553813

Пинчук Олег Владимирович – заслуженный врач РФ, доктор мед. наук, профессор, полковник медицинской службы, начальник отделения сосудистой хирургии ФГБУ “НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого” Минобороны России, Красногорск, Московская обл. <https://orcid.org/0000-0003-4180-055X>

Ахиев Магомед Исамудинович – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого” Минобороны России, Красногорск, Московская обл. <https://orcid.org/0009-0005-6853-162X>

Воронова Маргарита Александровна – заведующая отделением УЗИ сосудов ФГБУ “НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого” Минобороны России, Красногорск, Московская обл. <https://orcid.org/0009-0000-7812-4677>

* **Адрес для переписки:** Шабает Рафаэль Маратович – Rafael.shabaev@yandex.ru

Alexander V. Ivanov – Head of the endovascular methods of diagnosis and treatment department, A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Moscow region; Teacher of the Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, People’s Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba; Head of the Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3214-2375>

Rafael M. Shabaev – Cand. of Sci. (Med.), Physician of the endovascular methods of diagnosis and treatment department, A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Moscow region. Physician of the endovascular methods of diagnosis and treatment department, Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-9595-3028>

Vladimir A. Ivanov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Physician of the Russian Federation, retired Medical Colonel, Branch of the Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation in Moscow, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3319-3294>

Pavel M. Starokon – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Branch of the Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation in Moscow, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6512-9361>. Scopus AuthorID: 553813

Oleg V. Pinchuk – Honoured Physician of the Russian Federation, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Medical Colonel, Head of Vascular Surgery Department A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Moscow region. <https://orcid.org/0000-0003-4180-055X>

Magomed I. Akhiev – Cand. of Sci. (Med.), Head of Radiation Diagnostics Department A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Moscow region. <https://orcid.org/0009-0005-6853-162X>

Margarita A. Voronova – Head of Vascular Ultrasound Department, A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk, Moscow region. <https://orcid.org/0009-0000-7812-4677>

* **Address for correspondence:** Rafael M. Shabaev – Rafael.shabaev@yandex.ru

Статья получена 5 октября 2023 г.
Manuscript received on October 5, 2023.

Принята в печать 15 декабря 2023 г.
Accepted for publication on December 15, 2023.

Рентгенэндоваскулярное лечение аневризмы правой коронарной артерии с помощью стент-графта (клиническое наблюдение)

С.Т. Джошибаев, Е.Т. Шералы, В.К. Сейсембеков, Т.К. Сейсембеков, К.Г. Капусиди*
ТОО «Научно-клинический центр кардиохирургии и трансплантологии», г. Тараз, Казахстан

В данной статье представлено клиническое наблюдение успешного закрытия аневризмы правой коронарной артерии у пациента 80 лет путем имплантации стент-графта.

Ключевые слова: аневризмы коронарных артерий; эндоваскулярное лечение аневризмы; коронарный стент-графт; эндоваскулярное протезирование; гигантская аневризма

Для цитирования: С.Т. Джошибаев, Е.Т. Шералы, В.К. Сейсембеков, Т.К. Сейсембеков, К.Г. Капусиди. Рентгенэндоваскулярное лечение аневризмы правой коронарной артерии с помощью стент-графта (клиническое наблюдение). *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2023; 75 (4): 48–53.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

X-ray endovascular treatment for the right coronary artery aneurysm using a stent graft (clinical case)

S.D. Joshibayev, E.T. Sheraly, V.K. Seisembekov, T.K. Seisembekov, K.G. Kapussidi*
Research and Clinical Center of Cardiac Surgery and Transplantology, Taraz, Kazakhstan

We present a clinical case of successful closure of the right coronary artery aneurysm by implantation of a stent graft in an 80-year-old patient.

Keywords: coronary artery aneurysms; endovascular treatment of an aneurysm; coronary stent graft; endovascular repair; giant aneurysm

For citation: S.D. Joshibayev, E.T. Sheraly, V.K. Seisembekov, T.K. Seisembekov, K.G. Kapussidi. X-ray endovascular treatment for the right coronary artery aneurysm using a stent graft (clinical case). *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2023; 75 (4): 48–53.

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

Введение

Аневризма коронарной артерии (АКА) – это расширение просвета венечного сосуда на 50% и более по отношению к его проксимальному сегменту (1, 2). Аневризмы могут быть мешковидными и веретенообразными (фузиформные); одиночными и множественными; мелкими (внутренний диаметр менее 5 мм), средними (5–8 мм) и гигантскими (более 8 мм) (3). Распространенность АКА в популяции людей, прошедших селективную или компьютерную коронарогра-

фию, варьирует от 0,3 до 5,3% (1, 3). В 40–87% случаев аневризма наблюдается в правой коронарной артерии (ПКА), в огибающей или передней нисходящей ветви левой коронарной артерии она встречается несколько реже (4). Аневризма общего ствола левой коронарной артерии наблюдается крайне редко (5).

Согласно данным внутрикоронарного ультразвукового исследования с доплерометрией, скорость кровотока в мелких аневризмах не изменена, в средних снижена

примерно в 1,5 раза, в гигантских – в 2–2,5 раза (6). Поток крови в аневризматически измененном сегменте артерии имеет турбулентный характер, что предрасполагает к тромбообразованию и эмболиям дистальных отделов коронарного русла. Первыми клиническими проявлениями АКА могут быть стенокардия, инфаркт миокарда, внезапная сердечная смерть или разрыв аневризмы (2).

Основной причиной развития АКА является атеросклероз, хотя довольно часто аневризмы могут образовываться при системных васкулитах (в особенности болезни Кавасаки, гранулематозе Вегенера и артериите Такаясу) (7, 8), а также при таких патологических состояниях, как фибромускулярная дисплазия коронарных артерий, травмы грудной клетки, инфекционные заболевания (в том числе эндокардиты), идиопатический гиперэозинофильный синдром, спонтанные диссекции коронарных артерий при беременности и первичный гиперальдостеронизм. Аневризмы также могут наблюдаться у лиц, употребляющих кокаин, в результате прямого повреждающего действия наркотического вещества на сосудистый эндотелий; причиной развития АКА могут быть также повторяющиеся эпизоды гипертензии и вазоконстрикция. В литературе также описаны идиопатические или врожденные изолированные АКА (9).

Общепринятых стандартов лечебной стратегии при коронарных аневризмах не существует. Обсуждаются различные варианты – от медикаментозного лечения антиагрегантами и антикоагулянтами до хирургического лечения – выполнения аневризмэктомии или пластики аневризмы в сочетании с различными вариантами шунтирующих операций. В последнее время есть сообщения по эндоваскулярным вмешательствам в виде имплантации стент-графта с лекарственным покрытием в аневризматически измененную коронарную артерию (10).

В данной статье мы именно и представляем наблюдение успешно проведенного эндоваскулярного лечения мешотчатой аневризмы ПКА у больного с распространенным коронарным атеросклерозом.

Клиническое наблюдение

Пациент Ю., 80 лет, в течение последних двух лет отмечал заметное снижение качества жизни, сопровождающееся сильной одышкой при незначительной физической нагрузке, сильное по-

тоотделение, общую слабость, чувство нехватки воздуха и сжимающие боли за грудиной при ходьбе, которые в последнее время стали беспокоить больше. В анамнезе стойкая артериальная гипертензия до 150/90 мм рт.ст. в течение нескольких лет, частые повышения артериального давления (АД) до 200/100 мм рт.ст. За медицинской помощью обращался редко, нерегулярно принимал антигипертензивные препараты.

При объективном обследовании общее состояние средней степени тяжести. Кожные покровы и видимые слизистые влажные, липкие, с бледным оттенком. Отеков нижних конечностей нет. ЧДД 18–20 в минуту. Дыхание жесткое. Хрипов нет. При визуальном осмотре области сердца и яремной ямки, а также периферических сосудов видимой выраженной пульсации нет. Сердечные тоны приглушены, ритм правильный, патологических шумов не выслушиваются. АД 140/90 мм рт.ст. ЧСС 100 в минуту. Дефицита пульса нет. Пальпаторно определяется пульсация периферических сосудов. По остальным органам отклонений от нормы не выявлено. Психическое состояние без особенностей, адекватно ориентируется в окружающей среде и обстановке. Тремора конечностей нет.

Лабораторно-диагностические исследования: группа крови 0(I), Rh(+). Тропонин I – 0,31 нг/мл (слабоположительный).

По данным эхокардиографии конечно-диастолический размер левого желудочка (ЛЖ) 6,0 см, конечно-систолический размер ЛЖ 4,7 см, толщина межжелудочковой перегородки в диастолу 0,9 см, задней стенки ЛЖ 1,0 см, размер левого предсердия 4,7 × 6,8 см в апикальной позиции, размер правого желудочка 2,5 см, правое предсердие – не расширено. Утолщение и уплотнение стенок аорты, восходящая аорта 3,1 см, аортальный клапан трехстворчатый, створки уплотнены, кальцинированы, раскрытие створок клапана ограничено. Фиброзное кольцо 2,3 см, зон гипокинеза нет. Систолическое давление в легочной артерии 27 мм рт.ст., фракция выброса (ФВ) ЛЖ 50% (по Симпсону).

При полипозиционной коронароангиографии (КАГ) выявлен сбалансированный тип коронарного кровоснабжения, ангиографические признаки атеросклероза коронарных артерий, протяженный кальцинированный стеноз огибающей артерии (ОА) в средней трети с субокклюзией до 99%, с замедлением кровотока в дистальном русле до TIMI II, а также гигантская мешотчатая аневризма в проксимальном отделе ПКА размерами 9,3 × 7,2 мм, препятствующая нормальному току крови с его замедлением в дистальных руслах до TIMI I (рис. 1).

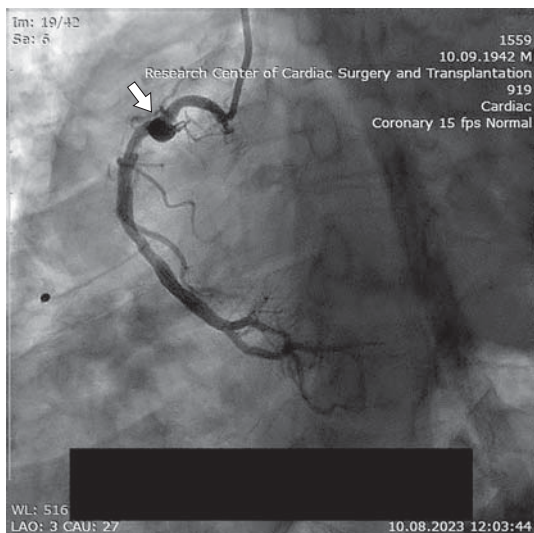


Рис. 1. Коронарограмма больного Ю., мешотчатая аневризма в правой трети правой коронарной артерии (стрелка).

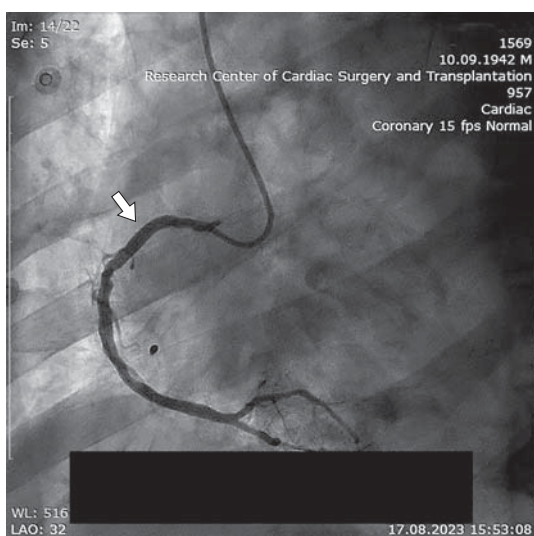


Рис. 2. Имплантированный стент-графт РК Papyrus 3,5 × 20 мм в правой трети правой коронарной артерии (стрелка).

Техника и последовательность процедуры чрескожного внутрикоронарного вмешательства: в просвет аорты введен проводниковый катетер модификации AL 0.75 диаметром 6 Fr, который был установлен в ПКА. Далее по проводниковому катетеру в ПКА до ее дистальных отделов был введен коронарный проводник диаметром 0,14 мм. По нему в ПКА введен баллонный катетер и произведена преддилатация ПКА в области расположения аневризмы с давлением раздувания 8–10 атм. После этого баллонный катетер был извлечен и была произведена успешная имплантация стент-графта в область аневризмы (проксимальную треть ПКА) с давлением 16–18 атм

(рис. 2). На завершающем этапе была произведена оптимизация диаметра сосуда и стент-графта баллоном большего размера для предупреждения остаточных стенозов и экстравазации.

Удовлетворительный результат процедуры был подтвержден при контрольной селективной КАГ. Было выявлено полное раскрытие стент-графта, остаточных стенозов, диссекций и экстравазатов не наблюдали. Скорость кровотока повысилась до TIMI III.

При ультразвуковом исследовании сердца на 2-й день после процедуры было выявлено улучшение глобальной сократительной способности миокарда (ФВ ЛЖ 52%), улучшение показателей размеров желудочков и предсердий.

Больной был выписан с положительной клинической динамикой, отсутствием эпизодов ангинозных болей, признаков сердечной недостаточности в покое и при минимальной физической нагрузке, без ишемических изменений на ЭКГ в покое и при выполнении суточного мониторинга ЭКГ. Выписан с рекомендацией постоянного приема антиагрегантной, антиишемической, гипотензивной и гиполипидемической терапии.

В представленном клиническом наблюдении гигантская мешотчатая аневризма ПКА, которая оказалась случайной находкой при КАГ, имеет, по нашему мнению, атеросклеротический генез. Учитывая высокий риск проведения коронарного шунтирования, было принято решение после выполнения эндоваскулярной коррекции критического стеноза ОА (в средней трети с субокклюзией до 99%) с помощью стента с лекарственным покрытием провести протезирование аневризматически измененного участка ПКА с имплантацией стент-графта. Был использован одиночный стент-графт РК Papyrus, благодаря покрытой конструкции которого достигаются большая гибкость при изгибе и меньший профиль пересечения по сравнению с традиционными стентами многослойной конструкции, что имеет важное значение при закрытии аневризмы. То, что материал покрытия стента не тканый, а электросплетенный полиуретан, позволяет создать искусственный просвет внутри сосуда и выключить полость аневризматического расширения из кровотока. Конструкция стента обеспечивает максимальную радиальную устойчивость и рентгеноконтрастность.

Таким образом, у пациентов с сочетанием гемодинамически значимого атеро-

склеротического стеноза ОА и крупной аневризмы ПКА эффективной альтернативой шунтированию коронарных артерий в сочетании с аневризмэктомией или плас-

тикой аневризматических мальформаций коронарного русла может быть эндоваскулярное протезирование с помощью стент-графтов.

Introduction

Coronary artery aneurysm (CAA) is a dilation of the coronary vessel lumen by 50% and more in relation to its proximal segment (1, 2). Aneurysms can be saccular or spindle-shaped (fusiform); single or multiple; small (internal diameter <5 mm), medium-sized (5–8 mm) or giant (>8 mm) (3). The CAA prevalence in the population of people who have undergone selective or computed coronary angiography varies from 0.3 to 5.3% (1, 3). In 40–87% of cases, aneurysms are observed in the right coronary artery; in the circumflex branch of the left coronary artery or in the anterior descending branch they are less common [4]. Aneurysms of the left main coronary artery are extremely rare (5).

Intracoronary Doppler ultrasound shows that the blood flow velocity in small aneurysms is not changed; in medium-sized aneurysms the blood flow velocity is reduced by approximately 1.5 times; in giant aneurysms, it reduced by 2–2.5 times (6). The blood flow in the aneurysmal segment of an artery is turbulent, predisposing to thrombogenesis and embolism in the distal parts of the coronary vessels. The first clinical manifestations of CAA may be angina pectoris, myocardial infarction, sudden cardiac death, or aneurysm rupture (2).

Atherosclerosis is the main cause of the coronary artery aneurysms, although aneurysms can quite often develop in patients with systemic vasculitis (especially Kawasaki disease, Wegener's granulomatosis and Takayasu arteritis) (7, 8) as well as in such conditions as fibromuscular dysplasia of coronary arteries, chest injuries, infectious diseases (including endocarditis), idiopathic hypereosinophilic syndrome, spontaneous dissections of coronary arteries during pregnancy or primary hyperaldosteronism. Aneurysms can also develop in cocaine users as a result of the direct damaging effect of the drug on the vascular endothelium. CAAs may also be caused by recurrent episodes of hypertension and vasoconstriction. Idiopathic or congenital isolated CAAs have also been described in literature (9).

There are no recognized standards of care for coronary aneurysms. Various options are discussed: from medication therapy with antiplatelet agents and anticoagulants to surgical

interventions: aneurysmectomy or aneurysmoplasty combined with various options of bypass grafting. Recently, endovascular interventions with a drug-eluting stent grafting into an aneurysmal coronary artery have been reported (10).

In this article, we present a case of successful endovascular treatment of a saccular aneurysm of the right coronary artery in a patient with advanced coronary atherosclerosis.

Clinical case

Patient Yu., 80 years old, has experienced a significant decline in the quality of life over the last 2 years, accompanied by marked dyspnea on little exertion, sudoresis, general weakness, feeling of lack of air and compressive retrosternal pain when walking, which worsened recently. The patient had a history of persistent arterial hypertension up to 150/90 mm Hg for several years with frequent elevations in blood pressure up to 200/100 mm Hg. He rarely sought medical help and took antihypertensive medications irregularly.

Objective status: moderately severe general condition. The skin and visible mucosae are moist, clammy and pale. The lower extremities are not swollen. RR is 18–20 breaths per minute. Breath sounds are rough. No rales. Visual examination of the heart area, jugular fossa and peripheral vessels revealed no visible pulsation. Heart sounds are muffled; the rhythm is regular; no murmurs could be heard on auscultation. Blood pressure is 140/90 mm Hg. HR is 100 beats per minute. There is no pulse deficit. On palpation, pulsation of peripheral vessels is presented. Other organs are normal. Mental state is unremarkable; the patient is alert, awake, and oriented. There is no tremor of the limbs.

The laboratory diagnostic tests were as follows: blood type – 0(I), Rh(+); troponin I – 0.31 ng/mL (weak positive).

Echocardiography: end-diastolic dimension of the left ventricle (LV) is 6.0 cm, end-systolic dimension of the LV is 4.7 cm, thickness of the interventricular septum (IVS) in diastole is 0.9 cm, thickness of the posterior wall of the LV is 1.0 cm, the left atrium size is 4.7 × 6.8 cm in the apical position, the right ventricle size was 2.5 cm, and the right atrium is not dilated. Thickening and indurations of the aorta walls; the ascending aorta is 3.1 cm in diameter. The aortic valve is tricuspid, its leaflets are indu-

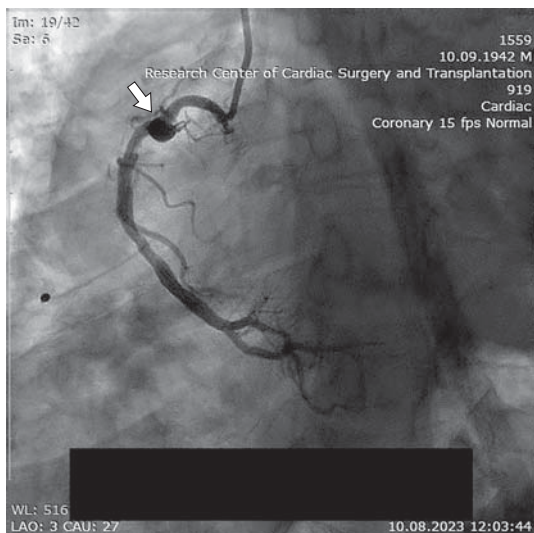


Fig. 1. Coronary angiography of the patient Yu., saccular aneurysm in the right third of the right coronary artery (arrow).

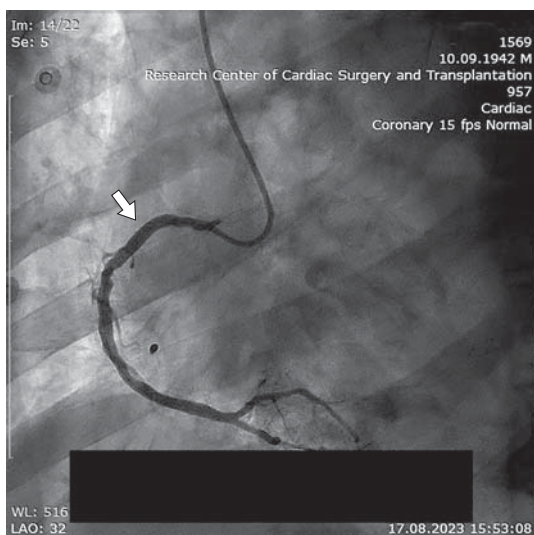


Fig. 2. Stent-graft PK Papyrus 3.5 × 20 mm implanted in the right third of the right coronary artery (arrow).

rated and calcified; the opening of the valve leaflets is limited. The size of the fibrous ring is 2.3 cm. There are no areas of hypokinesis. Systolic pressure in the pulmonary artery is 27 mm Hg, LVEF (by Simpson's method) is 50%.

Polypositional coronary angiography (CAG) revealed a balanced type of coronary blood supply, angiographic signs of atherosclerosis of the coronary arteries, extended calcified stenosis of the circumflex artery (CA) in its middle third with subocclusion of up to 99% and blood flow deceleration to TIMI II in the distal part, as well as a giant saccular aneurysm in the proximal part of the right coronary artery (RCA) measuring 9.3 × 7.2 mm, which prevented normal blood flow, decelerating it to TIMI I in the distal parts (Fig. 1).

The technique and sequence of the percutaneous intracoronary intervention were as follows: a 6-Fr guiding catheter (AL 0.75 modification) was introduced into the aortic lumen and positioned in the right coronary artery (RCA). Then a 0.14 mm coronary guidewire was inserted through the guiding catheter into the RCA to its distal parts. Along the coronary guidewire, a balloon catheter was introduced into the RCA, and the RCA was predilated in the aneurysm area at an inflation pressure of 8–10 atm. Afterwards, the balloon catheter was removed and the stent graft was successfully implanted to the aneurysm area (to the proximal third of the RCA) at a pressure of 16–18 atm (Fig. 2). At the final stage, the vessel and stent graft diameters were optimized with a larger balloon to prevent residual stenosis and extravasations.

A satisfactory result of the procedure was confirmed by the control selective coronary angiography. Complete deployment of the stent graft was revealed; no residual stenoses, dissections, or extravasations were observed. The blood flow velocity was improved to TIMI III.

A cardiac ultrasound scan on day 2 after the procedure revealed an improvement in global myocardial contractility (LVEF 52%) and dimensions of the ventricles and atria.

The patient was discharged with positive clinical changes and without episodes of angina pain, signs of heart failure at rest or on little exertion, ischemic findings on the ECG at rest or during 24-hour ECG monitoring. He was discharged with recommendations for continuous use of antiplatelet, anti-ischemic, antihypertensive and lipid-lowering drugs.

In the presented clinical case, the giant saccular aneurysm of the right coronary artery, which turned out to be an accidental finding during coronary angiography, was of atherosclerotic origin, in our opinion. Given a high risk of coronary bypass surgery, it was decided to repair the aneurysmal part of the RCA with implantation of a stent graft after endovascular correction of critical CA stenosis (in the middle third with subocclusion of up to 99%) using a drug-eluting stent. A PK Papyrus single stent graft was used; due to its covered design, greater bending flexibility and a smaller intersection compared to traditional multilayer stents are achieved, which is important for aneurysm closure. Since the covering material of the stent is not woven but electrospun polyurethane, an artificial lumen can be created inside the vessel and the aneurysmal cavity can be

excluded from circulation. The stent design provides maximum radial stability and radiopacity.

Thus, in patients with a combination of hemodynamically significant atherosclerotic

CA stenosis and a large RCA aneurysm, endovascular stent grafting may be an effective alternative option to coronary artery bypass grafting with aneurysmectomy or aneurysmoplasty.

Список литературы [References]

1. Насонов Е.Л., Баранов А.А., Шилкина Н.П. Васкулиты и васкулопатии. Ярославль: Верхняя Волга, 1999. 661 с. Nasonov E.L., Baranov A.A., Shilkina N.P. Vasculitis and vasculopathy. Yaroslavl: Upper Volga, 1999. 661 p. (In Russian)
2. Фрид М., Грайнс С. Кардиология. М.: Практика, 1996. 463 с. Fried M., Grines S. Cardiology. M.: Praktika, 1996. 463 p. (In Russian)
3. Da Silva J.A.P., Woolf A.D. Rheumatology in practice. London: Springer, 2010. 516 p.
4. Agustin J.A., Lennie V., Rodrigo J.L. Asymptomatic coronary artery aneurysms: echocardiography, cardiac magnetic resonance, and coronariography assessment. *Eur. Heart J.* 2008, 29 (17), 2107. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn086>
5. Alfonso F., Pérez-Vizcayno M.-J., Ruiz M. et al. Coronary Aneurysms After Drug-Eluting Stent Implantation: Clinical, Angiographic, and Intravascular Ultrasound Findings. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009, 53 (22), 2053–2060. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.01.069>
6. Елагин О.С., Кузнецов А.Б., Алексинская Т.В., Сыркин А.Л. Тромбированные атеросклеротические аневризмы правой коронарной артерии. *Кардиология.* 2002, 8, 92–95. Elagin O.S., Kuznetsov A.B., Alexinskaya T.V., Syrkin A.L. Thrombosed atherosclerotic aneurysms of the right coronary artery. *Kardiologiya.* 2002, 8, 92–95. (In Russian)
7. Hamaoka K., Onouchi Z. Effects of coronary artery aneurysms on intracoronary flow velocity dynamics in Kawasaki disease. *Am. J. Cardiol.* 1996, 77 (10), 873–875. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(97\)89186-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(97)89186-2)
8. Newburger J.W., Takahashi M., Gerber M.A. et al. Diagnosis, treatment, and long-term management of Kawasaki disease: a statement for health professionals from the Committee on Rheumatic Fever, Endocarditis, and Kawasaki Disease, Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Pediatrics.* 2004, 114 (6), 1708–1733. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-2182>
9. Watts R.A., Scott D.J. Vasculitis in clinical practice. London: Springer, 2010. 193 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-84996-247-6>. eBook ISBN 978-1-84996-247-6
10. Witczak A., Krzyżanowski K., Ignatowicz A. et al. Multiple giant coronary artery aneurysms detected by transthoracic echocardiography. *J. Pre.-Clin. and Clin. Res.* 2010, 4 (2), 171–172.

Сведения об авторах [Authors info]

Джошибаев Сейтхан Джошибаевич – доктор мед. наук, профессор, директор Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, г. Тараз, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-0630-0042>

Шералы Есимхан Толендиевич – врач-рентгенохирург Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, г. Тараз, Казахстан.

Сейсембеков Вадим Куанышбекович – магистр, заведующий отделением рентгенэндоваскулярной хирургии Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, г. Тараз, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0003-2372-0353>

Сейсембеков Тимур Куанышбекович – магистр, врач-рентгенохирург Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, г. Тараз, Казахстан.

Капусиди Кристина Георгиевна – магистр, заместитель директора по науке и образованию Научно-клинического центра кардиохирургии и трансплантологии, г. Тараз, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-3656-476X>

* **Адрес для переписки:** Капусиди Кристина Георгиевна – e-mail: kapusidi.kris@mail.ru

Seitkhan D. Joshibayev – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director of Research and Clinical Center of Cardiac Surgery and Transplantology, Taraz, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-0630-0042>

Esimhan T. Sheraly – Endovascular surgeon of Research and Clinical Center of Cardiac Surgery and Transplantology, Taraz, Kazakhstan.

Vadim K. Seisembekov – Magister, Head of the Department of endovascular surgery. Research and Clinical Center of Cardiac Surgery and Transplantology, Taraz, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0003-2372-0353>

Timur K. Seisembekov – Magister, endovascular surgeon, Research and Clinical Center of Cardiac Surgery and Transplantology, Taraz, Kazakhstan.

Krisitina G. Kapussidi – Magister, Deputy Director for Research and Educational issues, Research and Clinical Center of Cardiac Surgery and Transplantology, Taraz, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-3656-476X>

* **Address for correspondence:** Krisitina G. Kapussidi – e-mail: kapusidi.kris@mail.ru

Статья получена 11 октября 2023 г.
Manuscript received on October 11, 2023.

Принята в печать 15 декабря 2023 г.
Accepted for publication on December 15, 2023.

Одноцентровое ретроспективное исследование Т-стентирования с минимальной протрузией стента боковой ветви в основную ветвь при бифуркационном поражении коронарных артерий у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца и с острым коронарным синдромом

Т.В. Кислухин^{1*}, Е.Ю. Костырин¹, А.И. Туманов¹, А.Л. Титов¹,
А.А. Патрикеева¹, Г.В. Саламов^{1, 2}

¹ ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова», Самара, Россия

² ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия

Авторы провели оценку непосредственных ангиографических и клинических, а также отдаленных результатов бифуркационной двухстентовой методики — ТАР-стентирования у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца и острым коронарным синдромом с подъемом /без подъема сегмента ST. Было показано, что ТАР-стентирование является эффективной и безопасной методикой в лечении пациентов с бифуркационным поражением коронарных артерий при хронической ишемической болезни сердца и острым коронарным синдромом с подъемом /без подъема сегмента ST.

Ключевые слова: ТАР-стентирования; бифуркационное стентирование; хроническая ишемическая болезнь сердца; острый коронарный синдром; чрескожное коронарное вмешательство

Для цитирования: Т.В. Кислухин, Е.Ю. Костырин, А.И. Туманов, А.Л. Титов, А.А. Патрикеева, Г.В. Саламов. Одноцентровое ретроспективное исследование Т-стентирования с минимальной протрузией стента боковой ветви в основную ветвь при бифуркационном поражении коронарных артерий у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца и с острым коронарным синдромом. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2023; 75 (4): 54–75.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

A single-center retrospective study of T-stenting and protrusion in bifurcation lesions of the coronary arteries in patients with chronic coronary artery disease and with acute coronary syndrome

T. V. Kislukhin^{1*}, E. Yu. Kostyrin¹, A. I. Tumanov¹, A. L. Titov¹,
A. A. Patrikeeva¹, G. V. Salamov^{1, 2}

¹ Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara, Russia

² Samara State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Samara, Russia

The authors evaluated the immediate angiographic and clinical, as well as long-term results of the bifurcation two-stent technique – TAP stenting in patients with chronic coronary heart disease and acute coronary syndrome with/without ST segment elevation. It was shown, that TAP stenting technique is effective and safe in the treatment of patients with bifurcation lesions of the coronary artery disease and acute coronary syndrome with/without ST segment elevation.

Keywords: TAP stenting; bifurcation stenting; chronic coronary heart disease; acute coronary syndrome; percutaneous coronary intervention

For citation: T.V. Kislukhin, E.Yu. Kostyrin, A.I. Tumanov, A.L. Titov, A.A. Patrikeeva, G.V. Salamov. A single-center retrospective study of T-stenting and protrusion in bifurcation lesions of the coronary arteries in patients with chronic coronary artery disease and with acute coronary syndrome. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2023; 75 (4): 54–75.

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

На сегодняшний день имеются ограниченные данные об эффективности двухстенновой методики Т-стентирования с минимальной протрузией стента боковой ветви в главную ветвь (ТАР) при атеросклеротическом поражении коронарных артерий.

Цель исследования: оценить непосредственные ангиографические и клинические, а также отдаленные результаты бифуркационной двухстенновой методики – ТАР-стентирования у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца (ХИБС) и острым коронарным синдромом с/без подъема сегмента ST (ОКСпST/ОКСбпST).

Материал и методы. Ретроспективно проведен анализ данных историй болезни 100 больных с ХИБС (n = 35) и ОКСпST/ОКСбпST (n = 65). После выполнения диагностической коронарографии всем пациентам, отвечающим критериям включения, выполнено ТАР-стентирование по стандартной методике. В ходе исследования пациенты основной группы были разделены на две подгруппы: 1-я – больные с низким риском чрескожного коронарного вмешательства 30 (30%) человек и 2-я – с высоким риском – 70 (70%).

Результаты. Двухстенновая методика – ТАР-стентирование, как первичная стратегия чрескожного коронарного вмешательства, была выбрана у 92% пациентов (n = 92), в 8% стентирование боковой ветви потребовалось после финальной “киссинг-пластики” при выполнении провизорного стентирования. Стентирование ствола левой коронарной артерии – передней межжелудочковой ветви – огибающей артерии выполнено у 20% пациентов. При анализе групп выявлено, что одностенновая стратегия чаще выполнялась в группе низкого риска (p < 0,001), а двухстенновая – в группе высокого

риска (p < 0,001). Процедурный успех составил 100%.

Статистически значимых различий по развитию осложнений операции (механических и со стороны артерии доступа) в группах не получено. Отдаленные результаты отслежены от 1 года до 3 лет у 80 (80%) больных. Доля выживших в общей группе составила 76%. Статистических различий в отношении общей выживаемости при сравнении пациентов с низким и высоким риском чрескожного коронарного вмешательства не было выявлено (p = 0,12). Также не было выявлено статистической значимости развития МАСЕ-событий в исследуемых группах (p = 0,19).

Заключение. Методика ТАР-стентирования является эффективной и безопасной в лечении пациентов с бифуркационным поражением коронарных артерий при хронической ишемической болезни сердца и остром коронарном синдроме с/без подъема сегмента ST.

Список сокращений

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

ХИБС – хроническая ишемическая болезнь сердца

ОКСпST – острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST

ОКСбпST – острый коронарный синдром без подъема сегмента ST

ФКП – финальная “киссинг-пластика”

СЛП – стент с лекарственным покрытием

ХТО – хроническая тотальная окклюзия

РКИ – рандомизированные клинические исследования

ТАР (англ.) – T-stenting and protrusion

КГ – корограография

ДААТ – двойная антиагрегантная терапия

Введение

Бифуркационные поражения – одна из наиболее сложных областей коронарных интервенций. Частота поражения бифуркации коронарных артерий достигает 20%. Чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) при атеросклеротическом характере поражения бифуркации является технически сложным и в отдаленном периоде имеет высокий риск развития рестеноза после стентирования (1). В настоящее время существует две методики стентирования коронарной бифуркации: одностентовая и двухстентовая. Определение оптимальной техники ЧКВ при бифуркационном поражении было предметом многих клинических исследований, но, несмотря на это, оптимальный метод стентирования при бифуркационных поражениях остается предметом дискуссий (2).

Согласно главному принципу Европейского бифуркационного клуба, стратегия стентирования должна быть настолько простой, насколько позволяет анатомия. “Золотым стандартом” является одностентовая техника “провизорного” стентирования магистрального сосуда с последующим вмешательством на боковой ветви в случае неоптимального результата. Данные рекомендации основаны на результатах рандомизированных клинических исследований (РКИ), сравнивающих одно- и двухстентовые методики ЧКВ, в которых не удалось продемонстрировать преимущества двухстентовой методики по сравнению с provisional-стентированием (3).

Впервые методика ТАР-стентирования описана в 2007 г. Первое исследование, посвященное данной технике, включало 73 пациента. Доля мужчин составила 72,6%. Пациентов с хронической ишемической болезнью сердца (ХИБС) было 60%. Оценка значимости стеноза и боковой ветви производилась по данным ангиографии. 67% пациентов были с поражениями типа 1-1-1 по классификации A. Medina. Стентирование проводилось с использованием стентов с лекарственным покрытием (СЛП). Процедурный успех был достигнут во всех случаях. Через 9 мес реваскуляризацию целевого сосуда выполняли в 6,8% случаев (4).

В 2009 г. I. Al Rashdan и H. Amin опубликовали серию наблюдений 156 пациентов, которым выполняли стентирование по методике ТАР. Средний возраст больных составил $56,7 \pm 9,9$ года. Мужчин было 76,9%.

Частота процедурного успеха составила 99%, выживаемость без неблагоприятных сердечных-сосудистых событий через 36 мес – 88%. Повторная реваскуляризация целевого сосуда потребовалась только в 5,3% случаев (5).

На сегодняшний день имеются ограниченные данные об эффективности двухстентовой методики ТАР-стентирования при атеросклеротическом поражении коронарных артерий. В 2022 г. опубликован систематический обзор и метаанализ, сравнивающий методики бифуркационного стентирования при ЧКВ. В исследование включено 8318 пациентов из 29 РКИ. Доля Т/ТАР-стентирования составила 6,3% (522/8318). Лишь в одном исследовании (ВВК II) проводилось сравнение ТАР-стентирования с другой двухстентовой методикой – culotte. В 5 РКИ проводилось сравнение техники “провизорного” стентирования и ТАР-стентирования. По данным метаанализа Т/ТАР-стентирование показало худшие результаты, чем “провизорное”, и это было связано с повышенным риском тромбоза стента (ОР 2,37; 95% ДИ 1,02–5,51) (6).

В исследовании Bifurcations Bad Krozingen (ВВК) II проводилось сравнение двухстентовых методик – culotte и ТАР-стентирования при бифуркационном поражении. Результаты исследования показали, что стентирование по методике culotte было связано с более низкой частотой развития рестеноза ($p = 0,006$). По остальным конечным точкам статистически значимых различий выявлено не было (7).

Цель исследования: оценить непосредственные ангиографические и клинические, а также отдаленные результаты бифуркационной двухстентовой методики – ТАР-стентирования у пациентов с ХИБС и острым коронарным синдромом с/без подъема сегмента ST (ОКСпST/ОКСбпST).

Материал и методы

Исследование является ретроспективным одноцентровым. В период с 2019 по 2021 г. включительно в Самарском областном клиническом кардиологическом диспансере им. В.П. Полякова было выполнено ЧКВ по методике ТАР-стентирования при бифуркационном поражении коронарных артерий 100 пациентам. С ХИБС было 35% ($n = 35$) и ОКСпST/ОКСбпST – 65% ($n = 65$). Доля мужчин составила 66%. Средний возраст пациентов – $61,7 \pm 10,1$ года.

По результатам диагностической коронарографии (КГ) определяли тип кровоснабжения сердца, гемодинамическую значимость стеноза, выраженность кальциноза, тип бифуркационного поражения, а также угол отхождения боковой ветви. Оценку тяжести поражения коронарных артерий проводили по шкале Syntax Score. Критерии гемодинамической значимости стеноза коронарной артерии: 1 – ангиографические: степень сужения просвета главной ветви 50% и более и/или наличие признаков осложненного стеноза (диссекция, пристеночный тромбоз) либо окклюзия; для боковой ветви – степень стеноза 70% и более, протяженность поражения ≥ 10 мм, референсный диаметр БВ $\geq 2,5$ мм; 2 – клинические: наличие доказанной ишемии миокарда методом нагрузочного тестирования при ХИБС, в случае ОКСпST/ОКСбпST острые изменения на электрокардиограмме (ЭКГ), соответствующие области кровоснабжения предполагаемой инфарктсвязанной артерии. Выраженность кальциноза определялась как отсутствие, умеренный кальциноз (кальциноз стенок артерий визуализировался при рентгенографии на фоне контрастирования артерии), выраженный кальциноз (кальциноз визуализировался при рентгеноскопии, до начала введения контрастного вещества в артерию). Используя классификацию A. Medina, определяли тип бифуркационного поражения. Цифры в данной классификации описывают наличие/отсутствие поражения в проксимальной части главного сосуда, затем в дистальной части и в боковой ветви. Если цифра “1” – значит есть поражение $\geq 50\%$ при визуальной оценке, в противном случае ставится цифра “0” (рис. 1).

Согласно классификации, к истинным бифуркационным поражениям относили стенозы типа Medina 0-1-1, Medina 1-1-1, Medina 1-0-1. Т-бифуркация считалась, когда угол отхождения боковой ветви равен более 70° , Y-бифуркация – угол отхождения боковой ветви менее 70° . Критерии сложного коронарного поражения: многососудистое поражение венечных артерий, протяженность поражения более 20 мм и выраженный кальциноз, истинная бифуркация по Medina с боковой ветвью $\geq 2,5$ мм, хроническая тотальная окклюзия (ХТО) и рестеноз внутри стента, незащищенный ствол левой коронарной артерии (ЛКА). При наличии двух и более критериев поражение коронарных артерий считалось сложным.

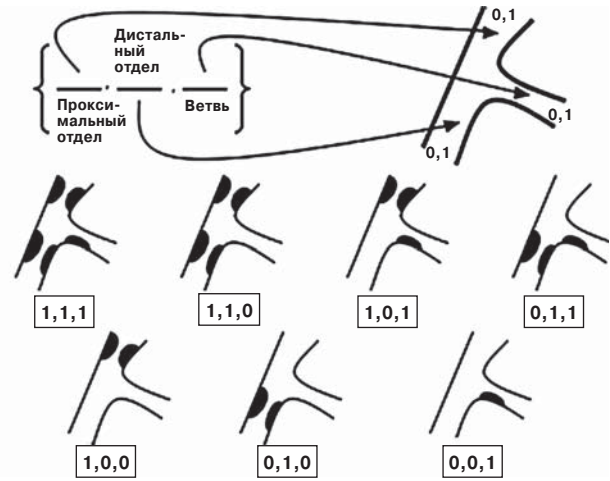


Рис. 1. Классификация A. Medina для бифуркационных поражений коронарных артерий.

Критерии включения: пациенты 18 лет и старше с ХИБС с доказанной ишемией миокарда и ОКСпST, ОКСбпST; истинное и ложное бифуркационное поражение коронарных артерий (оценка по классификации A. Medina); техническая возможность и благоприятная анатомия для выполнения стентирования коронарной бифуркации.

Критерии невключения: многососудистое поражение коронарного русла с Syntax Score > 32 ; невозможность приема двойной дезагрегантной терапии (ДААТ).

Далее в индивидуальном порядке определялась методика реваскуляризации миокарда консилиумом врачей в составе: рентгенохирурга, кардиолога и кардиохирурга.

Всем пациентам, отвечающим критериям включения, выполнено TAP-стентирования по стандартной методике (рис. 2) с применением СЛП (99%) второго и третьего поколения. Техническое обеспечение операции включало в себя применение трансрадиального интродьюсера длиной 7 см и диаметром 6 F, проводникового катетера диаметром 6 F, двух коронарных проводников, которые устанавливались в дистальные отделы основной и боковой артерий бифуркации. Операция завершалась финальной “киссинг-пластикой” (ФКП) и проксимальной оптимизацией.

В процессе выполнения ЧКВ гепаринизация и ДААТ проводились в соответствии со стандартным протоколом. В стационаре наряду с медикаментозной терапией ИБС назначалась ДААТ блокаторами P2Y12-рецепторов (тикагрелор, прасугрел, клопидогрель) в сочетании с ацетилсалициловой

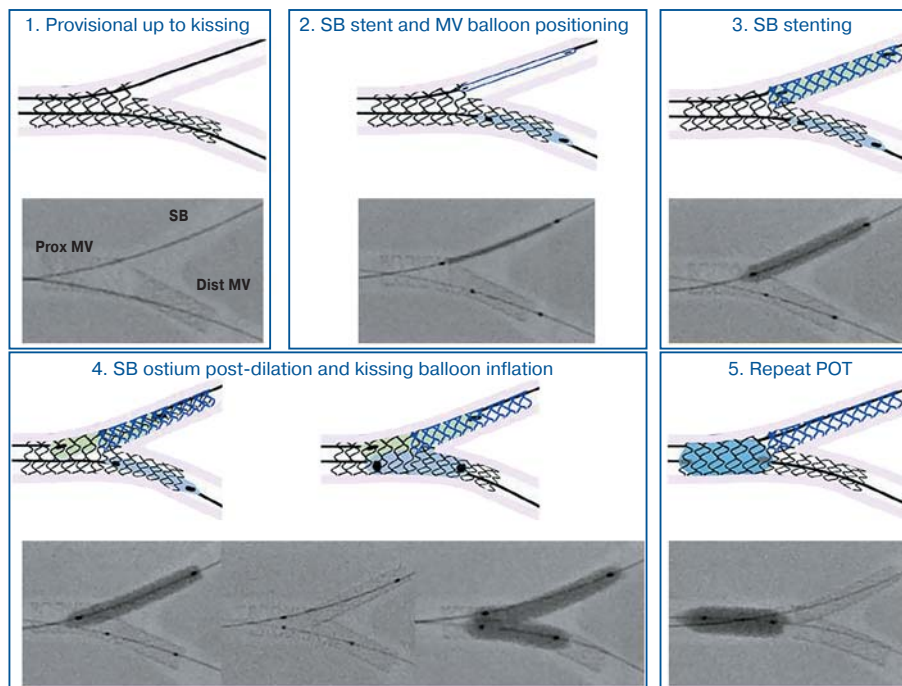


Рис. 2. Этапы стентирования бифуркационного поражения коронарной артерии по методике TAP.

кислотой. После выписки ДААТ назначалась на 12 мес.

Ангиографически успешным считался результат: сохранение или восстановление антеградного кровотока TIMI II–III, отсутствие диссекций и дистальной эмболизации или каких-либо других осложнений, остаточный стеноз стентированного сегмента менее 30%. Клинически успешным считался результат: снижение функционального класса (ФК) стенокардии до уровня I–II у больных с ХИБС или при нестабильной стенокардии стабилизация в II ФК, отсутствие ишемии миокарда при нагрузочном тестировании у плановых больных и наличие резолюции сегмента ST у пациентов с ОКСпST, отсутствие кардиальных осложнений (острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), нефатальный инфаркт миокарда (ИМ), повторные вмешательства на стентированном сегменте, аортокоронарное шунтирование, смерть от всех причин).

Проведен сравнительный анализ непосредственных результатов ЧКВ в двух подгруппах: 1-я подгруппа (низкого риска) – пациенты, не имеющие сложного коронарного поражения, – 30% ($n = 30$) и 2-я подгруппа (высокого риска) – со сложными поражениями коронарных артерий – 70% ($n = 70$).

Отдаленные результаты считали удовлетворительными в случае отсутствия стенокардии III–IV ФК на протяжении всего

периода наблюдения после операции, кардиальных осложнений, положительных результатов нагрузочных тестов, снижения толерантности к физической нагрузке, рестеноза в стенте по данным нативной КГ или мультиспиральной компьютерной коронарографии (МСКТ КГ) и повторной реваскуляризации на стентированном сегменте.

Конечные точки: комбинированная конечная точка определена, смерть от всех причин, MACE-события: смерть от сердечно-сосудистых причин, ОНМК, нефатальный ИМ и повторная реваскуляризация на целевом сосуде.

Статистический анализ. Непрерывные переменные с нормальным распределением представлены как среднее значение (SD), данные с ненормальным распределением – как медиана вместе с межквартирным диапазоном. Сравнение между группами вмешательства проводилось с использованием независимых выборок t-критерия для непрерывных переменных и χ^2 для дихотомических переменных. Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана–Мейера. Для сравнения времени до наступления событий применялся логранговый тест. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым. Анализ проводился с использованием программы Statistika 8.

Результаты

У 35% пациентов ЧКВ выполнялось по поводу стабильной стенокардии II–III ФК, у 23% пациентов – при ОКСпST, у 43% – при ОКСбпST. Клиническая характеристика включенных в исследование пациентов представлена в табл. 1.

Первым этапом всем больным, включенным в исследование, выполнена диагностическая КГ. Ствол ЛКА имел гемодинамически значимый стеноз у 14% больных. У 92% пациентов выявлено истинное бифуркационное поражение (доля поражения ствола ЛКА составила 14%) и у 8% – ложное. У 51% больных был умеренный кальциноз коронарных артерий. Т-бифуркация диагностирована в 47% случаев, Y-бифуркация – в 53%. По результатам подсчета баллов по шкале Syntax Score основную массу составляли пациенты промежуточного риска (23–32 балла), их доля составила 80%. Ангиографические характеристики поражений приведены в табл. 2.

Доля пациентов, соответствующих критериям сложного коронарного поражения, составила 70% (n = 70).

Диагностическая КГ и ЧКВ в 97% случаев были выполнены правым трансрадиальным доступом, в 2% – дистальным радиальным доступом, у одного пациента плечевая артерия использовалась в качестве артерии доступа. Конверсии доступа не производилось ни в одном случае.

Двухстентовая методика – TAP-стентирование, как первичная стратегия ЧКВ, была выбрана у 92% пациентов (n = 92), в 8% стентирование боковой ветви потребовалось после ФКП при выполнении провизорного стентирования. ЧКВ ствола ЛКА-ПМЖВ-ОА по указанной технике было выполнено у 20% пациентов. У 4 (4%) пациентов TAP-стентирование выполнено после реканализации ХТО магистральной ветви, у 16 пациентов (16%) – после реканализации острой окклюзии. Предилатация основной ветви потребовалась в 63% случаев (n = 63), предилатация боковой ветви – в 33% (n = 33). В 99% случаев были имплантированы СЛП. Среднее количество стентов, имплантированных в основную ветвь, составило $1,4 \pm 0,53$, в боковую ветвь – $1,05 \pm 0,22$. У 6 (6%) пациентов ЧКВ сопровождалось введением блокаторов рецепторов IIb/IIIa тромбоцитов (эптифибатит). В 6% случаев после имплантации стента в основную ветвь произошла окклюзия боко-

Таблица 1. Клиническая характеристика включенных в исследование пациентов

Показатель	Значение
Возраст (SD), годы	61,7 ± 10,1
Число мужчин, %	66
Факторы риска, %:	
артериальная гипертензия	50
сахарный диабет 2 типа	11
курение	10
дислипидемия	50
АКШ в анамнезе, %	5
ЧКВ в анамнезе, %	5
Диагноз при поступлении, %:	
стабильная стенокардия	35
ОИМ с подъемом сегмента ST	23
ОИМ без подъема сегмента ST	42

Примечание. АКШ – аортокоронарное шунтирование, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство, ОИМ – острый инфаркт миокарда.

Таблица 2. Ангиографические характеристики поражений

Показатель	Значение
Локализация стеноза, %:	
ствол ЛКА-ПМЖВ-ОА	14
ПМЖВ-ДА	55
ОА-ВТК	29
ПКА-ЗМЖВ-ЛЖВ	2
Истинное бифуркационное поражение, %:	
Medina 0-1-1	24
Medina 1-1-1	68
Ложное бифуркационное поражение, %:	
Medina 1-1-0	4
Medina 0-0-1	2
Medina 0-1-0	2
Кальциноз коронарных артерий, %:	
отсутствует	14
умеренный	51
выраженный	35
Тип бифуркации, %:	
Т-бифуркация	47
Y-бифуркация	53
Syntax Score, %:	
низкий 0–22 балла	14
средний 23–32 балла	80
высокий >33 баллов	6

Примечание. Здесь и в табл. 5: ЛКА – левая коронарная артерия, ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь, ОА – огибающая артерия, ДА – диагональная артерия, ВТК – ветвь тупого края, ПКА – правая коронарная артерия, ЗМЖВ – задняя межжелудочковая ветвь, ЛЖВ – левожелудочковая ветвь.

Таблица 3. Непосредственные результаты ЧКВ

Показатель	Значение
Ангиографический успех, %	100
Предилатация основной ветви, %	63
Предилатация боковой ветви, %	33
Реканализация острой окклюзии, %	16
Реканализация хронической окклюзии, %	3
Интраоперационное применение блокаторов рецепторов IIb/IIIa тромбоцитов, %	6
Стент с лекарственным покрытием, %	99
Среднее количество стентов:	
основная ветвь (SD), шт.	1,4 ± 0,53
боковая ветвь (SD), шт.	1,05 ± 0,22
ФКП и проксимальная оптимизация, %	100
Полная реваскуляризация, %	66
Механические осложнения ЧКВ, %	3
Перфорация, %	2
“No reflow”, %	1
Осложнения артериального доступа, %	3
Постпункционная гематома, %	3
Необходимость в хирургическом гемостазе, %	0

вой ветви с последующей успешной реканализацией и имплантацией стента. ФКП и проксимальная оптимизация выполнена в 100%. В 66% (n = 66) случаев была выполнена полная реваскуляризация миокарда, в 34% (n = 34) рекомендован второй этап со стентирование других коронарных артерий. В 100% случаев достигнут кровоток TIMI III. Осложнения во время операции развились у 6 (6%) пациентов. Двум пациентам дополнительно имплантированы стент-графты по поводу перфорации коронарной артерии: в одном случае зафиксирована дистальная перфорация ветви первого порядка диагональной артерии, потребовавшая имплантации стент-графта в боковую ветвь в проекции перфорированной ветви, во втором случае перфорация артерии была диагностирована дистальнее имплантированного стента, которая потребовала имплантации стент-графта. У одного пациента ЧКВ осложнилось синдромом “no reflow”, разрешенным консервативной терапией, которая включала в себя инфузию ингибиторов гликопротеинов IIb/IIIa рецепторов, интракоронарное введение нитроглицерина 400 мкг и папаверина 4 мг. При контрольной коронарографии через 10 мин после начала лечения феномена “no reflow” отмечалось восстановление антеградного кровотока TIMI III.

У 2 (3%) пациентов зафиксирована постпункционная гематома тип II (по классификации Bertrand O.F.) области артериального доступа, разрешенная консервативной терапией: системная анальгезия и дополнительная компрессия, со 2-х суток – местно гепаринсодержащие мази. Осложнений, приведших к летальному исходу, не было.

Из стационара выписаны 100% (n = 100) оперированных больных в удовлетворительном состоянии.

Непосредственные результаты ЧКВ представлены в табл. 3.

При сравнении подгрупп пациентов с низким и высоким риском ЧКВ количество мужчин превалировало над количеством женщин. Такие факторы, как артериальная гипертензия и дислипидемия, статистически чаще встречались в подгруппе сложного коронарного поражения. Во 2-й подгруппе 10% пациентов ранее выполнялась реваскуляризация миокарда методом АКШ (5%) или ЧКВ (5%). В обеих подгруппах основную долю пациентов составляли больные с ОКСпST/ОКСбпST. Основные характеристики групп представлены в табл. 4.

Сложным поражением коронарных артерий считалось наличие двух и более ангиографических критериев (многососудистое поражение венечных артерий, протяженность поражения более 20 мм и выраженный кальциноз, истинная бифуркация по Medina с боковой ветвью $\geq 2,5$ мм, ХТО и рестеноз внутри стента, незащищенный ствол ЛКА) по данным диагностической КГ. В подгруппе сложного поражения 50% пациентов (n = 35) имели выраженный кальциноз стенок артерий, тогда как в подгруппе низкого риска такой степени выраженности кальциноза не отмечалось (p < 0,001). В основном в обеих подгруппах стеноз был локализован в области бифуркации ПМЖВ-ДА (55%) (p = 0,05), поражение бифуркации ствола ЛКА (14%) встречалось в подгруппе высокого риска (p = 0,03). Основная доля пациентов с истинным бифуркационным поражением (69%) приходилась на подгруппу высокого риска (p < 0,001), а в подгруппе низкого риска статистически чаще встречалось ложное бифуркационное поражение (p < 0,001). Syntax Score более 32 баллов (6%) встречался только у пациентов со сложным коронарным поражением, доля Syntax Score 23–32 балла составила 20% в 1-й подгруппе и 60% во 2-й. Ангиографические характеристики групп представлены в табл. 5.

Таблица 4. Основные характеристики подгрупп пациентов низкого и высокого риска ЧКВ

Показатель	1-я подгруппа (n = 30)	2-я подгруппа (n = 70)	p
Возраст (SD), годы	61,5 ± 9,5	61,8 ± 10,1	0,14
Число мужчин, %	20	46	0,93
Факторы риска, %:			
артериальная гипертензия	20	30	0,03*
сахарный диабет 2 типа	4	7	0,63
курение	4	6	0,47
дислипидемия	23	27	<0,001*
АКШ в анамнезе, %	0	5	0,46
ЧКВ в анамнезе, %	0	5	0,46
Диагноз при поступлении, %:			
стабильная стенокардия	11	23	0,82
ОИМ с подъемом сегмента ST	6	17	0,64
ОИМ без подъема сегмента ST	13	30	0,97

Таблица 5. Ангиографические характеристики поражений подгрупп пациентов низкого и высокого риска ЧКВ

Показатель	1-я подгруппа (n = 30)	2-я подгруппа (n = 70)	p
Локализация стеноза, %:			
ствол ЛКА-ПМЖВ-ОА	0	14	0,03*
ПМЖВ-ДА	21	34	0,05
ОА-ВТК	3	26	0,007*
ПКА-ЗМЖВ-ЛЖВ	1	1	0,53
Истинное бифуркационное поражение, %:			
Medina 0-1-1	8	16	0,68
Medina 1-1-1	15	53	0,01*
Ложное бифуркационное поражение, %:			
Medina 1-1-0	3	1	0,05
Medina 0-0-1	2	0	0,16
Medina 0-1-0	2	0	0,16
Кальциноз коронарных артерий, %:			
отсутствует	11	3	<0,001*
умеренный	19	32	0,37
выраженный	0	35	<0,001*
Тип бифуркации, %:			
Т-бифуркация	14	33	0,97
У-бифуркация	16	37	0,57
Хроническая тотальная окклюзия, %	1	4	0,62
Острая окклюзия, %	2	9	0,36
Syntax Score, %:			
низкий 0–22 балла	14	0	<0,001*
средний 23–32 балла	20	60	0,03
высокий >33 баллов	0	6	0,35

При анализе интраоперационных показателей (табл. 6) было установлено, что одностентовая стратегия чаще выполнялась в подгруппе низкого риска ($p < 0,001$), а двухстентовая – в подгруппе высокого риска ($p < 0,001$). Предилатация основной 52% ($p < 0,001$) и боковой ветвью 31% ($p <$

0,001) в качестве подготовки стеноза к имплантации стента осуществлялась чаще в группе сложного коронарного поражения. Статистически значимых различий по развитию осложнений ЧКВ (механических и со стороны артерии доступа) в группах не получено.

Таблица 6. Результаты ЧКВ в подгруппах пациентов низкого и высокого риска

Показатель	1-я подгруппа (n = 30)	2-я подгруппа (n = 70)	p
Первичная стратегия ЧКВ:			
одностентовая	7	1	<0,001*
двухстентовая	23	69	<0,001*
стентирование ствола ЛКА	3	17	0,10
Ангиографический успех, %	100	100	
Предилатация основной ветви, %	11	52	<0,001*
Предилатация боковой ветви, %	2	31	<0,001*
Реканализация острой окклюзии, %	2	9	0,36
Реканализация хронической окклюзии, %	1	4	0,71
Интраоперационное применение блокаторов рецепторов IIb/IIIa тромбоцитов, %	1	5	0,55
Среднее количество стентов:			
основная ветвь (M ± σ), шт.	1,4 ± 0,53	1,4 ± 0,53	
боковая ветвь (M ± σ), шт.	1	1,05 ± 0,22	
ФКП, %	100	100	
Полная реваскуляризация, %	21	45	0,58
Механические осложнения ЧКВ, %:			
перфорация, %	1	1	0,53
“no reflow”, %	0	1	0,51
Осложнения артериального доступа, %:			
постпункционная гематома, %	0	3	0,25
необходимость в хирургическом гемостазе, %	0	0	

Отдаленные результаты отслежены от 1 года до 3-х лет у 80% больных (n = 80). Медиана периода наблюдения составила 33,5 (16,7–40,7) мес. За период наблюдения комбинированной конечной точки достигли 7 (8,75%) пациентов (рис. 3) Большие сер-



Рис. 3. Доля причин комбинированной конечной точки исследуемых больных.

дечно-сосудистые неблагоприятные события (MACE) произошли у 6 (7,5%) пациентов. Смертность от всех причин составила 1,25%. Повторный ИМ в течение 30 дней развился у 2 (2,5%) пациентов, при повторной КГ ангиографически тромбоз стента не подтвержден, сохраненный кровоток TIMI III. Повторный ИМ в течение всего периода наблюдения был у 1 (1,25%) пациента. 18,7% пациентов в период наблюдения выполнены контрастные методы исследования (КГ 8,75% (n = 7) и МСКТ КГ 10% (n = 8)), по результатам которых у 2 (2,5%) пациентов диагностирован клинически значимый рестеноз. Этим пациентам рекомендована повторная реваскуляризация миокарда: одному пациенту (1,25%) – повторное ЧКВ (рестентирование) и еще одному пациенту (1,25%) – АКШ. Общая выживаемость составила 76% (рис. 4).

Статистических различий в отношении общей выживаемости при сравнении пациентов с низким и высоким риском ЧКВ не было выявлено (p = 0,12) (рис. 5). Также не было выявлено статистической значимости развития MACE-событий в исследуемых группах (p = 0,19) (рис. 6).

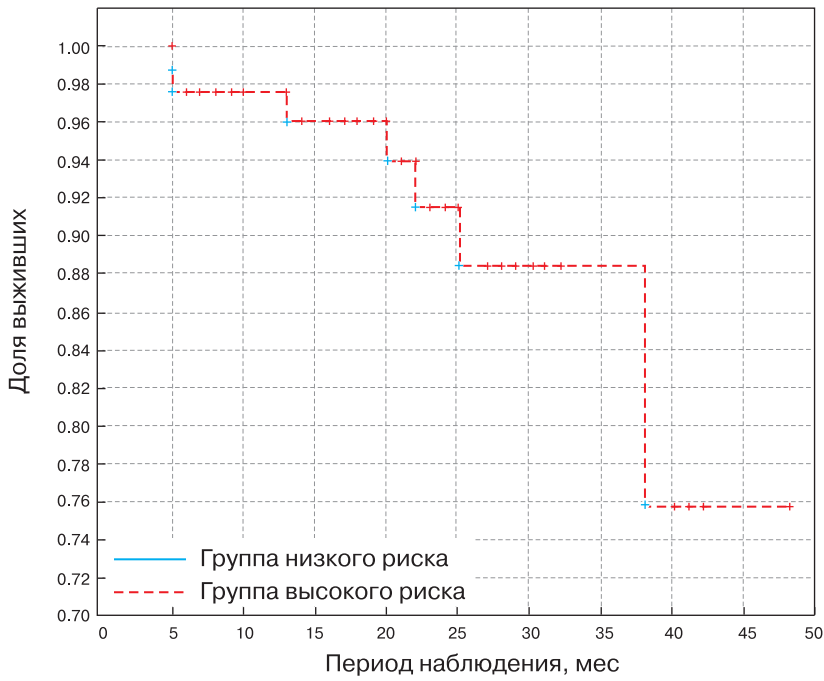


Рис. 4. Кривая Каплана–Мейера для общей выживаемости пациентов общей группы.

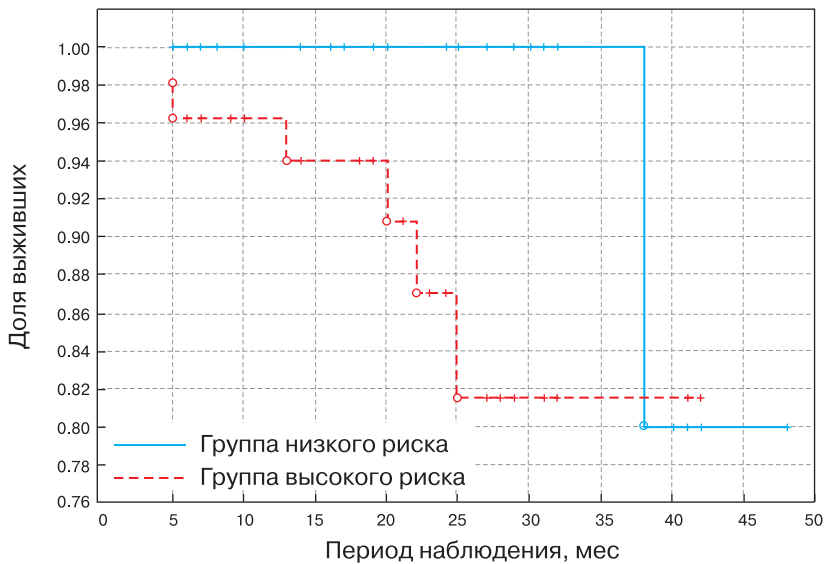


Рис. 5. Кривые Каплана–Мейера для общей выживаемости пациентов с низким и высоким риском ЧКВ.

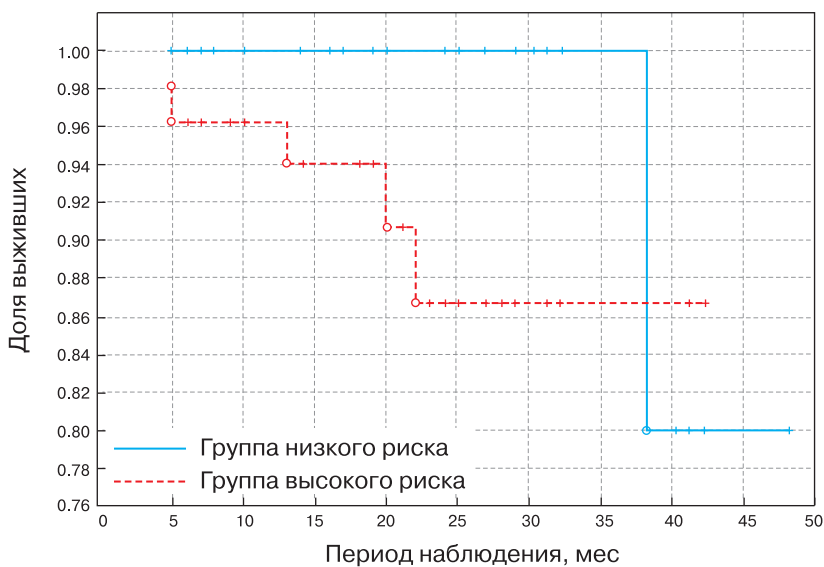


Рис. 6. Кривые Каплана–Мейера для MACE-событий пациентов с низким и высоким риском ЧКВ.

Обсуждение

На сегодняшний день существует ряд методик стентирования коронарной бифуркации, которые получили широкое распространение (8–10). Несмотря на наличие множества исследований, “золотым стандартом” является одностентовая техника “провизорного” стентирования магистрального сосуда с последующим вмешательством на боковой ветви в случае неоптимального результата (3). Имеются разные техники стентирования для перехода от “провизорного” стентирования к стратегии двух стентов. К ним относятся “обратный” culotte и crush-стентирование, но эти методики трудоемки и не всегда получается достичь успеха процедуры из-за технических трудностей. По этой причине в вышеописанных методиках в 20% случаев ФКП не выполнялась (11). ФКП является обязательным этапом ЧКВ при двустентовой стратегии, чтобы уменьшить частоту рестеноза и клинических событий (1). В нашем исследовании было показано, что выполнение ФКП при TAP-стентировании было в 100% ЧКВ. Это было достигнуто благодаря особенностям данной методики: для заведения баллонного катетера (БК) в боковую ветвь после ее стентирования не требуется пересечение ячеек стента, имплантированного в основную и боковую ветви, также перед имплантацией стента в боковую ветвь, в основную ветвь за зону бифуркации предусматривается БК с последующим выполнением ФКП БК, предустановленного в основную ветвь, и БК от имплантированного стента в боковую ветвь. Кроме того, имеется минимальное выпячивание стента боковой ветви в основную ветвь, что приводит к минимальному перекрытию стента и, что более важно, обеспечивает охват устья. Эти преимущества теоретически могут снизить частоту рестеноза.

В исследовании T. Naganuma и соавт. (2013) мужчины чаще подвергались операции, факторы риска, такие как дислипидемия и гипертензия, встречались чаще. Количество пациентов со стабильной стенокардией (71,6%) и безболевой ишемией (20%) превалировало над нестабильными больными (8,4%). По половому признаку и факторам риска наше исследование имеет сопоставимые данные, а по входному диагнозу доля пациентов с ОКСнST/ОКСбпST составила 65%. Все пациенты данного исследования имели низкий Syntax Score $14,7 \pm 6,5$

и при этом доля пациентов с двух- и трехсосудистым поражением составила 24,8 и 45,3% соответственно. Основная доля пациентов нашего исследования имела средний Syntax Score (80%). Все критерии сложного поражения коронарных артерий, описанные в нашем исследовании, и частота их встречаемости сопоставимы с данными работы (12). По сравнению с нашей работой коллектив авторов не оценивал параметр кальциноза и степень его выраженности. По нашим данным выраженный кальциноз коронарных артерий статически чаще встречался в подгруппе высокого риска ЧКВ ($p < 0,001$) и, наоборот, отсутствие кальциноза присуще подгруппе низкого риска ($p < 0,001$).

В нашем исследовании у 8% пациентов мы использовали методику TAP в случае экстренного стентирования боковой ветви после ФКП при выполнении провизорного стентирования. Однако нет данных, сравнивающих методику TAP-стентирования с другими стратегиями ЧКВ в случае неоптимального результата БВ после провизорного стентирования.

Единого мнения, что такое сложное или комплексное поражение коронарных артерий, на сегодня не существует. В последние годы значительно увеличился процент больных с многососудистым поражением и множественными сложными стенозами. В большинстве случаев сложность выполнения ЧКВ характеризуется не только сопутствующими заболеваниями, но и многососудистым и бифуркационным поражением, локализацией стеноза в стволе ЛКА, а также наличием кальциноза и/или извитости сосудов, дегенеративными поражениями трансплантата подкожной вены в случае АКШ, и тромботическими поражениями. При наличии таких специфических поражений успешность процедуры более низкая и имеет более высокие показатели рецидивов стенокардии или серьезных неблагоприятных сердечных событий (13).

В исследовании RENOVATE-COMPLEX-PCI 2023 г. авторы сделали выводы, что у пациентов со сложными коронарными поражениями ЧКВ под контролем внутрисосудистой визуализации имелся более низкий MACE по сравнению с ЧКВ под контролем ангиографии (14).

В своем исследовании мы не использовали методы внутрисосудистой визуализации ввиду их недоступности. Анализировались

подгруппы пациентов: 1-я – низкий риск ЧКВ и 2-я – высокий риск ЧКВ. Предилатация основной и боковой ветвей выполнялись чаще в подгруппе высокого риска ($p < 0,001$), также двухстентовая методика как первичная стратегия ЧКВ в 69% случаев выполнялась в подгруппе высокого риска. Частота встречаемости МАСЕ-событий в группе комплексного поражения была выше. Статистически значимых различий по наличию осложнений ЧКВ в группах выявлено не было. Полученные результаты согласуются с данными мировой литературы.

Заключение

Методика ТАР-стентирования является эффективной и безопасной в лечении пациентов с бифуркационным поражением

Purpose of the study. To date, there are limited data on the effectiveness of the double-stent technique T-stenting and protrusion in atherosclerotic lesions of the coronary arteries. The aim of our study was to evaluate the immediate angiographic and clinical, as well as long-term results of the bifurcation two-stent technique – TAP stenting in patients with chronic coronary heart disease and acute coronary syndrome with/without ST segment elevation.

Materials and methods. A retrospective analysis of case histories of 100 patients ($n = 100$) with coronary artery disease ($n = 35$) and acute coronary syndrome with/without ST segment elevation ($n = 65$) was performed. After performing diagnostic coronary angiography, all patients who met the inclusion criteria underwent TAP stenting according to the standard technique. During the study, patients of the main group were divided into two subgroups: 1st – patients with a low risk of percutaneous coronary intervention – 30 people (30%) and 2nd – with a high risk – 70 patients (70%).

Results. Double-stent technique – TAP stenting, as the primary strategy for percutaneous coronary intervention, was chosen in 92% of patients ($n = 92$), in 8% – lateral branch stenting was required after the final “kissing” dilatation when performing provisional stenting. Stenting of the LM-LAD-LCX, was performed in 20% of patients. When analyzing the groups, it was revealed that the single-stent strategy was more often performed

коронарных артерий при ХИБС и ОКСпST/ОКСбпST. Частота процедурного успеха составила 100%. В нашем исследовании продемонстрирована возможность применения метода как в качестве первичной стратегии, так и для лечения боковой ветви в случае неоптимального результата после финальной “киссинг-пластики”.

Ограничения исследования

Данное исследование является одноцентровым ретроспективным. Не выполнялось сравнение методики ТАР-стентирования с другими двухстентовыми стратегиями. Недостаточный период наблюдения для оценки МАСЕ. Отсутствие возможности отследить отдаленные результаты у всех прооперированных больных.

in the low-risk group ($p < 0.001$), and the double-stent strategy was performed in the high-risk group ($p < 0.001$). Procedural success was 100%.

There were no statistically significant differences in the development of surgical complications (mechanical and on the part of the access artery) in the groups. Long-term results were monitored from 1 to 3 years in 80 patients (80%). The proportion of survivors in the total group was 76%. There was no statistical difference in overall survival when comparing patients at low and high risk for percutaneous coronary intervention ($p = 0.12$). Also, there was no statistical significance of the development of MACE events in the study groups ($p = 0.19$).

Conclusion. The TAP stenting technique is effective and safe in the treatment of patients with bifurcation lesions of the coronary artery disease and acute coronary syndrome with/without ST segment elevation.

Abbreviations

BL – bifurcation lesions
 PCI – percutaneous coronary intervention
 cCHD – chronic coronary heart disease
 STE-ACS – ST elevation acute coronary syndrome
 NSTEMI-ACS – non-ST elevation acute coronary syndrome
 MB – main branch
 LB – lateral branch
 FKAP – final kissing angioplasty

DES – drug-eluting stent
CTO – chronic total occlusion
RCTs – randomized clinical trials
TAP – T-stenting and protrusion

Introduction

Bifurcation lesion (BLs) is one of the most challenging areas of coronary interventions. The incidence of bifurcation lesions of coronary arteries amounts up to 20%. Percutaneous coronary intervention (PCI) for atherosclerotic bifurcation lesions is technically difficult and there is a high risk of post-stenting restenosis in long-term period (1). Currently, there are two methods of coronary bifurcation stenting: single-stent and double-stent techniques. Determination of the optimal PCI technique for bifurcation lesions has been studied in many clinical trials, but despite this, the optimal stenting method for bifurcation lesions remains a subject for discussion (2).

According to the main principle of the European Bifurcation Club, the stenting strategy should be as simple as the anatomy allows. The “gold standard” is the single-stent technique of provisional stenting of the major vessel with subsequent intervention on the lateral branch in case of suboptimal result. These recommendations are based on the results of randomized trials (RCTs) comparing single-stent and double-stent PCI techniques, that have failed to demonstrate superiority of the double-stent technique over the provisional stenting (3).

The TAP technique was first described in 2007. The first study of this technique involved 73 patients. The proportion of males was 72.6%. There were 60% of patients with cCHD. The significance of stenosis and lateral branches were assessed with angiography. Medina type 1.1.1 lesions were diagnosed in 67% of patients. Stenting was performed with drug-eluting stents. The procedure was successful in all cases. After 9 months, revascularization of the target vessel was performed in 6.8% of cases (4).

In 2009, I. Al Rashdan et al. published a case series of 156 patients who underwent stenting by TAP technique. The mean age of patients was 56.7 ± 9.9 years. The proportion of males was 76.9% of the patients. The procedural success rate was 99%; the 36-month adverse cardiovascular event-free survival rate was 88%. Repeated revascularization of the target vessel was required in 5.3% of cases only (5).

To date, there are limited data on the effectiveness of the double-stent TAP technique for atherosclerotic lesions of coronary arteries. In

2022, a systematic review and meta-analysis comparing PCI stenting techniques for bifurcations were published. The study included 8318 patients from 29 RCTs. The proportion of T/TAP stenting was 6.3% (522/8318). Only one study (BBK II) Comparison of the TAP stenting and another double-stent technique – culotte stenting was performed in only one study (BBK II). Comparison of the provisional stenting technique and the TAP technique was carried out in 5 RCTs. According to the meta-analysis, T/TAP stenting had worse outcomes than provisional stenting, and this was associated with an increased risk of stent thrombosis (HR 2.37; 95% CI 1.02–5.51) (6).

In the Bifurcations Bad Krozingen (BBK) II trial, two double-stent techniques for bifurcation lesions were compared: culotte stenting and TAP technique. The study results showed that culotte stenting was associated with a lower incidence of restenosis ($p = 0.006$). There were no statistically significant differences in the other endpoints (7).

The purpose of our study was to evaluate the immediate, long-term, angiographic, and clinical outcomes of the double-stent technique (TAP technique) for bifurcations in patients with chronic coronary heart disease and ST-elevation/non-ST elevation acute coronary syndrome.

Material and methods

It was a retrospective single-center study. Over the period 2019-2021 (inclusive) 100 patients ($n = 100$) underwent PCI using the TAP stenting technique for bifurcation lesions of the coronary arteries at Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov (SRCCD named after V.P. Polyakov). Proportion of patients with cCHD was 35% ($n = 35$), patients with STE-ACS/NSTE-ACS – 65% ($n = 65$). Proportion of male patients was 66% ($n = 65$). The average age of the patients was 61.7 ± 10.1 years.

Based on diagnostic coronary angiography (CAG) findings, the type of cardiac blood supply, hemodynamic significance of the stenosis, severity of calcification, type of bifurcation lesion, and angle of the lateral branch origin were determined. The severity of coronary artery lesions was assessed using the Syntax Score system. Criteria for the hemodynamic significance of coronary stenosis: 1 – angiographic: $\geq 50\%$ narrowing of the main branch (MB) lumen and/or signs of complicated stenosis (dissection, mural thrombosis), or occlusion; for the

lateral branch (LB) – $\geq 70\%$ stenosis, lesion of ≥ 10 mm long, LB reference diameter of ≥ 2.5 mm; 2 – clinical: myocardial ischemia confirmed by stress testing in cCHD; in case of STE-ACS/NSTE-ACS, acute changes in electrocardiogram (ECG) corresponding to the area of blood supply to the suspected infarct-related artery. The severity of calcification was graded as follows: none, moderate calcification (calcification of the arterial walls was visualized on a radiographic image of the artery using contrast enhancement), severe calcification (calcification was visualized by X-ray examination before the administration of a contrast agent into the artery). Types of bifurcation lesions were determined by Medina classification. Numbers in this classification describe the presence/absence of a lesion in the proximal part of the main vessel, then in the distal part, and in the lateral branch. The number “1” means the presence of a lesion of $\geq 50\%$ by visual assessment; otherwise the number “0” is assigned (Fig. 1).

According to the classification, Medina 0.1.1, Medina 1.1.1, and Medina 1.0.1 stenoses were defined as true bifurcation lesions. For T – bifurcations, the angle of origin of the lateral branch had to be more than 70° ; for Y-bifurcations, the angle of origin of the lateral branch was less than 70° . Criteria for a complex coronary lesion: multivessel coronary lesion longer than 20 mm with severe calcification, true bifurcation by Medina with a lateral branch of ≥ 2.5 mm, chronic total occlusion (CTO), and in-stent restenosis, unprotected main LCA. If two or more criteria were met, the coronary artery lesion was considered a complex one.

Inclusion criteria: patients aged ≥ 18 years with cCHD associated with confirmed myocardial ischemia and STE-ACS/ NSTE-ACS; true or false bifurcation lesions of coronary arteries (assessed according to the Medina classification); technical feasibility and favorable anatomy to perform stenting of the coronary bifurcation.

Exclusion criteria: multivessel coronary lesions with Syntax Score of >32 ; inability to receive dual antiplatelet therapy.

Then the method of myocardial revascularization was chosen individually by a case conference consisting of an x-ray surgeon, a cardiologist, and a heart surgeon.

All patients meeting the inclusion criteria underwent stenting by standard TAP technique (Fig. 2) with second- and third- generation drug-eluting stents (DESs) (99%). The technical support of the surgery included a 6F tran-

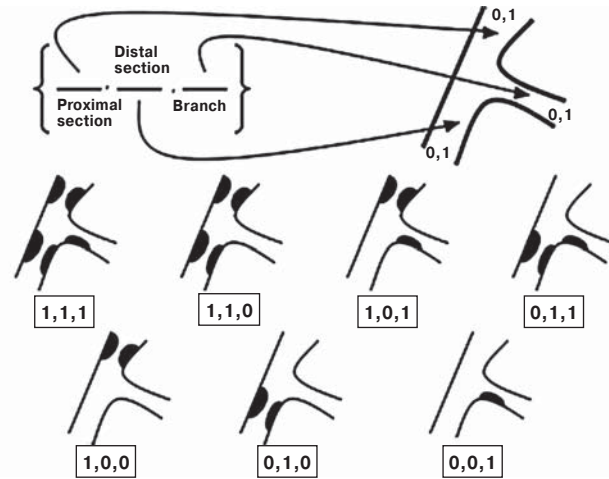


Fig. 1. Medina classification of coronary artery bifurcation lesions.

sradial introducer of 7 cm long, a 6F guiding catheter, and two coronary guidewires, which were installed in the distal sections of the main and lateral bifurcation arteries. The surgery was completed with final kissing angioplasty (FKAP) and proximal optimization.

During PCI, heparinization and dual antiplatelet therapy (DAPT) were carried out in accordance with the standard protocol. In hospital, along with pharmacological therapy for CHD, DAPT with P2Y12 receptor blockers (ticagrelor, prasugrel, clopidogrel) in combination with acetylsalicylic acid was prescribed. After discharge, 12-month DAPT was prescribed.

The following results were considered an angiographically successful outcome: preservation or restoration of antegrade blood flow to TIMI II–III, absence of dissections or distal embolization, or any other complications, residual stenosis of the stented segment $<30\%$. The following results were considered a clinically successful outcome: reduction of the functional class of angina to I–II in patients with cCHD or stabilization of patients with unstable angina within functional class II, absence of myocardial ischemia during stress testing in elective patients, and ST-segment resolution in patients with STE-ACS, absence of cardiac complications (acute cerebrovascular accident, non-fatal myocardial infarction, repeated interventions on the stented segment, coronary artery bypass grafting, all-cause death).

The immediate outcomes of PCI were compared between two subgroups: Group 1 (low risk) – patients without complex coronary lesions – 30% ($n = 30$) and Group 2 (high risk) – patients with complex coronary lesions – 70% ($n = 70$).

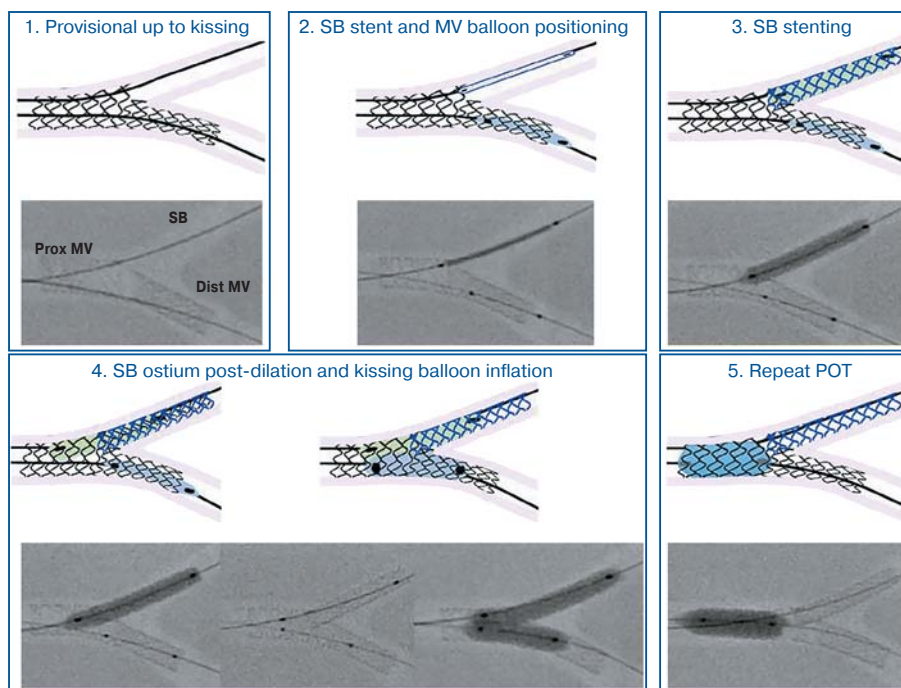


Fig. 2. Stages of TAP stenting of a coronary artery bifurcation lesion.

The long-term outcomes were considered satisfactory if there were no class III/IV angina throughout the entire post-surgery follow-up period, no cardiac complications, no positive results of stress tests, exercise tolerance not decreased, no in-stent restenosis confirmed by native coronary angiography or multispiral computed coronary angiography (MSCT CAG), and no need for repeated revascularization on the stented segment.

Endpoints. Composite endpoint was defined, all-cause death, MACE: cardiovascular death, CVA, non-fatal MI, and repeated revascularization on the target vessel.

Statistical analysis. Continuous variables with normal distribution are presented as mean (SD). Data with non-normal distribution are presented as median with interquartile range. The intervention groups were compared as independent samples using t-test for continuous variables and chi-square test for dichotomous variables. Kaplan-Meier estimate was used to assess survival rate. The log-rank test was used to compare time to the events. A p-value of <0.05 was considered statistically significant. Data analysis was performed with the program Statistica 8.

Results

In 35% of cases, PCI was performed for stable angina of class II/III. In 23% of patients, PCI was performed for STE-ACS, in 43% –

for NSTEMI-ACS. Clinical characteristics of the patients enrolled in this study are summarized in Table 1.

At the first stage, all included patients underwent diagnostic CAG. There was hemodynamically significant stenosis of the main LCA in 14% of patients. In 92% of patients, a true bifurcation lesion was detected (the proportion of the LMCA lesion was 14%), and in 8% of patients, a false bifurcation was revealed. In 51% of patients there was a moderate calcification of the coronary arteries. T-bifurcation was diagnosed in 47% of cases; Y-bifurcation – in 53%. By Syntax Score, the majority of patients were at intermediate risk (23–32 points), their proportion was 80%. Angiographic characteristics of the lesions are summarized in Table 2.

The proportion of patients meeting the criteria for complex coronary lesions was 70% (n = 70).

Diagnostic CAG and PCI in 97% of cases were performed through the right transradial access, in 2% – through the distal radial access, and in one patient the brachial artery was used as an access artery. No cases required access conversion.

The double-stent technique (TAP technique) was chosen as the primary PCI strategy for 92% of patients (n = 92); in 8% of patients, when provisional stenting was performed, the lateral branch stenting was required after FKAP. PCI of the LMCA-LAD-LCx was performed by this

Table 1. Clinical characteristics of the study patients

Parameter	Value
Age (SD), years	61.7 ± 10.1
Males, %	66
Risk factors, %	
Arterial hypertension	50
Diabetes mellitus type 2	11
Smoking	10
Dyslipidemia	50
Previous CABG, %	5
Previous PCI, %	5
Diagnosis on admission, %	
Stable angina	35
AMI with ST elevation	23
AMI without ST elevation	42

Note. CABG – coronary artery bypass graft, PCI – percutaneous coronary intervention, AMI – acute myocardial infarction.

Table 2. Angiographic characteristics of the lesions

Parameter	Value
Stenosis localization, %	
LMCA-LAD-LCX	14
LAD-DB	55
LCX-OMB	29
RCA-PDA-LVB	2
True bifurcation lesion, %	
Medina 0.1.1	24
Medina 1.1.1	68
False bifurcation lesion, %	
Medina 1.1.0	4
Medina 0.0.1	2
Medina 0.1.0	2
Calcinosi of the coronary arteries, %	
None	14
Moderate	51
Significant	35
Bifurcation type, %	
T-bifurcation	47
Y-bifurcation	53
Syntax Score, %	
Low, 0–22 points	14
Medium, 23–32 points	80
High, >33 points	6

Note. LCA – left coronary artery, LAD – left anterior descending artery, LCx – left circumflex artery, DB – diagonal branch, OMB – obtuse marginal branch, RCA – right coronary artery, PDA – posterior descending artery, LVb – left ventricular branch.

technique in 20% of patients. In four patients (4%), the TAP technique was used after recanalization of the CTO of the major artery; in 16 patients (16%) – after recanalization of acute occlusion. Predilation of the main branch was required in 63% of cases (n = 63), predilation of the lateral branch – in 33% (n = 33). DESs were implanted in 99% of cases. The average number of stents implanted to the main and lateral branches was 1.4 ± 0.53 and 1.05 ± 0.22, respectively. In 6 (6%) patients, PCI was accompanied by administration of platelet glycoprotein IIb/IIIa inhibitor (Eptifibatide). In 6% of cases, after stent implantation into the main branch, occlusion of the lateral branch developed with subsequent successful recanalization and stent implantation. Final kissing angioplasty and proximal optimization were performed in 100% of cases. In 66% (n = 66) of cases, complete revascularization of the myocardium was performed; in 34% (n = 34), a second stage with stenting of other coronary arteries was recommended. In 100% of cases, TIMI III blood flow was achieved. Complications during surgery developed in 6 patients (6%). Additional stent grafts were implanted in two patients due to the coronary artery perforation. In one case, distal perforation of the first-order branch of the diagonal artery was detected which required implantation of a stent graft to the lateral branch in the projection of the perforated branch. In the second case, perforation of the artery was revealed distal to the implanted stent, which also required implantation of a stent graft. In one patient, PCI was complicated by “no reflow” phenomenon, which was resolved by conservative therapy consisting of infusion of glycoprotein IIb/IIIa receptor inhibitors and intracoronary administration of nitroglycerin 400 µg and papaverine 4 mg. Control coronary angiography 10 minutes after the start of treatment for the “no reflow” phenomenon showed restoration of antegrade blood flow to TIMI III. Two patients (3%) had post-puncture hematoma type II (according to Bertrand's classification) in the arterial access area resolved by conservative therapy: systemic analgesia and additional compression, and starting from day 2, heparin-containing topical ointments. There were no fatal complications.

All of the operated patients (n = 100) were discharged from hospital in satisfactory condition.

Table 3. Immediate outcomes of percutaneous coronary intervention

Parameter	Value
Angiographic success, %	100
Predilation of the main branch, %	63
Predilation of the lateral branch, %	33
Recanalization of acute occlusion, %	16
Recanalization of chronic occlusion, %	3
Intraoperative use of platelet IIb/IIIa receptor inhibitors, %	6
Drug-eluting stent, %	99
Mean number of stents:	
main branch (SD)	1.4 ± 0.53
lateral branch (SD)	1.05 ± 0.22
FKAP and proximal optimization, %	100
Complete revascularization, %	66
Mechanical complications of the PCI, %	3
Perforation, %	2
No reflow phenomenon, %	1
Complications of the arterial access, %	3
Post-puncture hematoma, %	3
Need for surgical hemostasis, %	0

Note. FKAP – final kissing angioplasty, PCI – percutaneous coronary intervention.

Immediate PCI outcomes are summarized in Table 3.

When comparing the groups of patients at low and high risk of PCI, there were more males than females. Such factors as arterial hypertension and dyslipidemia were statistically more common in the complex coronary lesion group. In group 2, 10% of patients had

previous myocardial revascularization by CABG (5%) or PCI (5%). In both groups, the majority of patients had STE-ACS/NSTE-ACS. Basic characteristics of the groups are summarized in Table 4.

A coronary artery lesion was considered a complex one if at least two angiographic criteria were met (multivessel coronary lesion longer than 20 mm associated with severe calcification, true Medina bifurcation with a lateral branch of ≥2.5 mm, chronic total occlusion (CTO) and in-stent restenosis, unprotected LMCA) based on diagnostic coronary angiography findings. In the complex lesion group, 50% of patients (n = 35) experienced severe calcification of the arterial walls, while in the low-risk group, calcification was not such severe (p < 0.001). In general, in both groups, stenosis was localized in the LAD-DB bifurcation area (55%) (p = 0.05); bifurcation lesions of the LMCA (14%) noted in the high-risk group (p = 0.03). The majority of patients with true bifurcation lesions (69%) were in the high-risk group (p < 0.001), while in the low-risk group, false bifurcation lesions were statistically more common (p < 0.001). A Syntax Score more than 32 points (6%) was recorded only in patients with complex coronary lesions; the proportion of Syntax Scores of 23–32 points was 20% and 60% in group 1 and group 2, respectively. Angiographic characteristics of the groups are summarized in Table 5.

Analysis of intraoperative parameters (Table 6) showed that the single-stent strategy was used more frequently in the low-risk group

Table 4. Basic characteristics of the groups of patients at low and high risk for percutaneous coronary intervention

Parameter	Group 1 (n = 30)	Group 2 (n = 70)	p
Age (SD), years	61.5 ± 9.5	61.8 ± 10.1	0.14
Proportion of males, %	20	46	0.93
Risk factors, %			
Arterial hypertension	20	30	0.03*
Diabetes mellitus type 2	4	7	0.63
Smoking	4	6	0.47
Dyslipidemia	23	27	<0.001*
Previous CABG, %	0	5	0.46
Previous PCI, %	0	5	0.46
Diagnosis on admission, %			
Stable angina	11	23	0.82
AMI with ST elevation	6	17	0.64
AMI without ST elevation	13	30	0.97

Note. *p < 0.05, CABG – coronary artery bypass graft, PCI – percutaneous coronary intervention, AMI – acute myocardial infarction.

Table 5. Angiographic characteristics of the groups of patients at low and high risk for percutaneous coronary intervention

Parameter	Group 1 (n = 30)	Group 2 (n = 70)	p
Stenosis localization, %			
LMCA-LAD-LCX	0	14	0.03*
LAD-DB	21	34	0.05
LCX-OMB	3	26	0.007*
RCA-PDA-LVB	1	1	0.53
True bifurcation lesion, %			
Medina 0.1.1	8	16	0.68
Medina 1.1.1	15	53	0.01*
False bifurcation lesion, %			
Medina 1.1.0	3	1	0.05
Medina 0.0.1	2	0	0.16
Medina 0.1.0	2	0	0.16
Calcinos of the coronary arteries, %			
None	11	3	<0.001*
Moderate	19	32	0.37
Significant	0	35	<0.001*
Bifurcation type, %			
T-bifurcation	14	33	0.97
Y-bifurcation	16	37	0.57
Chronic total occlusion, %	1	4	0.62
Acute occlusion, %	2	9	0.36
Syntax Score, %			
Low, 0–22 points	14	0	<0.001*
Medium, 23–32 points	20	60	0.03
High, >33 points	0	6	0.35

Note. *p < 0.05, LCA – left coronary artery, LAD – left anterior descending artery, LCx – left circumflex artery, DB – diagonal branch, OMB – obtuse marginal branch, RCA – right coronary artery, PDA – posterior descending artery, LVb – left ventricular branch, PCI – percutaneous coronary intervention.

Table 6. Outcomes of percutaneous coronary intervention in the low- and high-risk patient groups

Parameter	Group 1 (n = 30)	Group 2 (n = 70)	p
Initial PCI strategy:			
Single-stent	7	1	<0.001*
Double-stent	23	69	<0.001*
Stenting of the LMCA	3	17	0.10
Angiographic success, %	100	100	
Predilation of the main branch, %	11	52	<0.001*
Predilation of the lateral branch, %	2	31	<0.001*
Recanalization of acute occlusion, %	2	9	0.36
Recanalization of chronic occlusion, %	1	4	0.71
Intraoperative use of platelet IIb/IIIa receptor inhibitors, %	1	5	0.55
Mean number of stents:			
main branch (M ± σ)	1.4 ± 0.53	1.4 ± 0.53	
lateral branch (M ± σ)	1	1.05 ± 0.22	
FKAP, %	100	100	
Complete revascularization, %	21	45	0.58
Mechanical complications of the PCI, %			
Perforation, %	1	1	0.53
No reflow phenomenon, %	0	1	0.51
Complications of the arterial access, %			
Post-puncture hematoma, %	0	3	0.25
Need for surgical hemostasis, %	0	0	

Note. *p < 0.05, LCA – left coronary artery, PCI – percutaneous coronary intervention, FKAP – final kissing angioplasty.

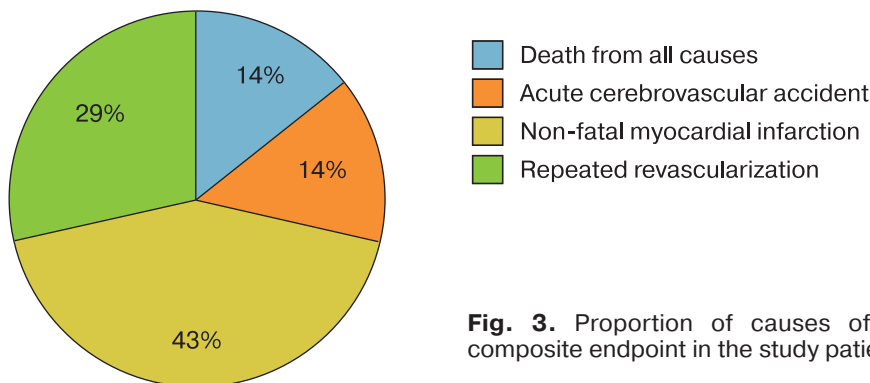


Fig. 3. Proportion of causes of the composite endpoint in the study patients.

($p < 0.001$), while the double-stent strategy was more common in the high-risk group ($p < 0.001$). Predilation of the main (52% ($p < 0.001$)) and lateral (31% ($p < 0.001$)) branches as a stenosis preparation for the stent implantation, was performed more frequently in the complex coronary lesion group. There were no statistically significant differences in PCI complications (mechanical or access artery-related) between the groups.

Long-term outcomes were monitored from 1 year to 3 years in 80% of patients ($n = 80$). The median follow-up period was 33.5 (16.7–40.7) months. During the follow-up period, 7 patients (8.75%) achieved the composite endpoint (Fig. 3). Major adverse cardiovascular events (MACE) occurred in 6 patients (7.5%). The all-cause mortality rate was 1.25%. Repeated infarction within 30 days developed in 2 patients (2.5%); repeated coronary angiog-

raphy did not confirm thrombosis of the stent and blood flow was preserved at TIMI III. Repeated infarction within the entire follow-up period occurred in 1 patient (1.25%). During the follow-up period, 18.7% of patients underwent contrast imaging (coronary angiography 8.75% ($n = 7$) and MSCT-CAG 10% ($n = 8$)); based on these findings, clinically significant restenosis was diagnosed in two patients (2.5%). The repeated myocardial revascularization was recommended for these patients: for one patient (1.25%) – repeated PCI (restenting) and for one patient (1.25%) – CABG. The overall survival rate was 76% (Fig. 4).

There was no statistical difference in the overall survival rate between patients at low and high risk for PCI ($p = 0.12$) (Fig. 5). In addition, there were no statistically significant differences in MACE incidence between the study groups ($p = 0.19$) (Fig. 6).

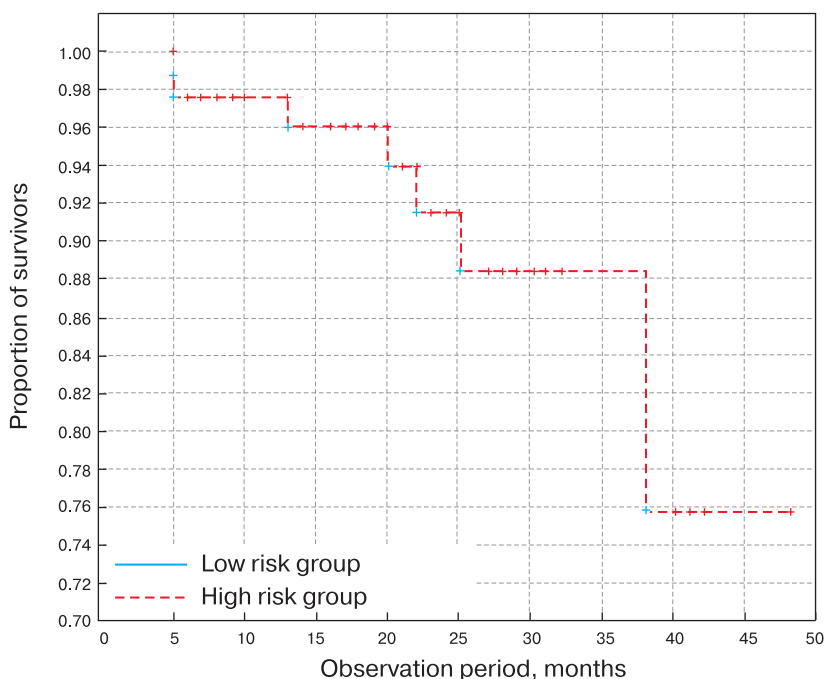


Fig. 4. Kaplan–Meier curve for overall survival in the general population of patients.

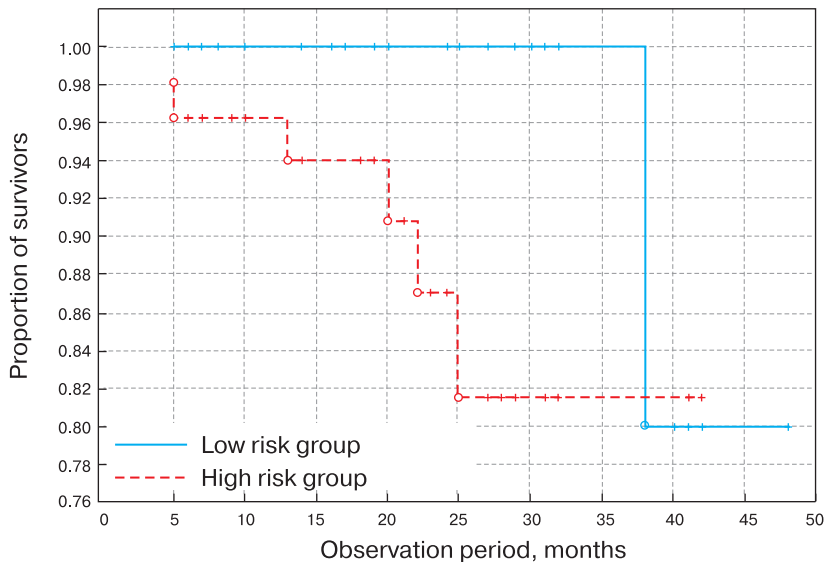


Fig. 5. Kaplan–Meier curves for overall survival of the patients at low and high risk of percutaneous coronary intervention.

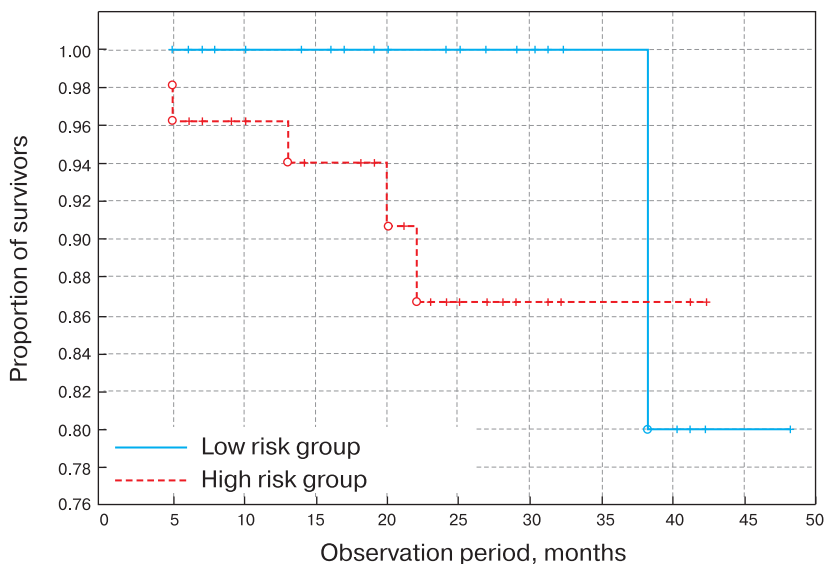


Fig. 6. Kaplan–Meier curves for MACE in the patients at low and high risk of percutaneous coronary intervention.

Discussion

Today, there are several widespread techniques for stenting coronary bifurcations (8–10). Despite numerous studies, the “gold standard” is the single-stent technique of provisional stenting of the major vessel with subsequent intervention on the lateral branch in case of a suboptimal result (3). Various stenting techniques are available for transition from provisional stenting to the double-stent strategy. They include reverse culotte and crush stenting, but these techniques are laborious, and the procedure is not always successful because of technical difficulties. For this reason, final kissing angioplasty was not performed in 20% of cases with the methods described above (11). FKAP is a mandatory step for the double-stent PCI strategy in order to reduce the incidence of restenosis and clinical events (1). Our study

showed that FKAP was performed during TAP-stenting in 100% of PCIs. This was achieved owing to the features of this technique: introducing of a balloon catheter into the lateral branch after its stenting does not require intersection of cells of the stents implanted in the main branch and the lateral branches. In addition, prior to implantation of the stent to the lateral branch, a BC is pre-installed to the main branch beyond the bifurcation zone, with subsequent FKAP by the BC, which was pre-installed to the main branch, and by the BC from the stent, which was implanted to the LB. Furthermore, there is minimal protrusion of the lateral branch stent into the main branch, resulting in minimal stents overlapping and, more importantly, ensuring coverage of the ostium. These advantages can theoretically reduce the incidence of restenosis.

In a study performed by Toru Naganuma, Azeem Latib et al. in 2013, males were more likely to undergo surgery, and there was a high incidence of risk factors such as dyslipidemia and hypertension. There were more patients with stable angina (71.6%) and silent ischemia (20%) than unstable patients (8.4%). As to gender and risk factors, our study had comparable characteristics; as to diagnosis on admission, the proportion of patients with STE-ACS/NSTE-ACS was 65%. All patients in this study had a low Syntax Score of 14.7 ± 6.5 and the proportion of patients with two- and three-vessel lesions was 24.8 and 45.3%, respectively. The majority of patients in our study had a medium Syntax Score (80%). All criteria for complex coronary artery lesions described in our study and the frequency of their occurrence were comparable with the cited data (12). Unlike our study, these authors did not evaluate calcification and its severity. Our data demonstrated that severe calcification of the coronary arteries was statically more common in the high PCI risk group ($p < 0.001$) and, vice versa, no calcification was intrinsic to the low risk group ($p < 0.001$).

In our study, in 8% of patients, we used the TAP technique for emergency stenting of the lateral branch after FKAP within the provisional stenting procedure. However, there are no data comparing TAP stenting with other PCI strategies in cases of suboptimal outcome on the LB after provisional stenting.

Today, there is no consensus on how to define complex coronary artery lesions. In recent years, the proportion of patients with multivessel lesions and multiple complex stenoses has increased significantly. In most cases, the difficulty of PCI performing is explained not only by concomitant diseases but also by multivessel and bifurcation lesions, localization of stenosis in the LMCA, calcification and/or vascular tortuosity, degenerative lesions of the saphenous

vein graft, and in the case of CABG, by thrombotic lesions. With such specific lesions, the success rate of the procedure is lower and rates of recurrent angina or serious adverse cardiac events are higher (13).

In 2023, in RENOVATE-COMPLEX-PCI trial, the authors concluded that, in patients with complex coronary lesions, intravascular imaging-guided PCI resulted in lower MACE rates compared with angiography-guided PCI (14).

In our study, we did not use intravascular imaging methods because they were unavailable. When analyzing patient groups, we used the following designations: group 1 – low risk PCI and group 2 – high risk PCI. Predilation of the main and lateral branches was performed more frequently in the high risk group ($p < 0.001$); the double-stent technique as the initial PCI strategy was also used in 69% of cases in the high risk group. The MACE incidence was higher in the complex lesion group. There were no statistically significant differences in the incidence of PCI complications between the groups. Our results are consistent with published global data.

Conclusion

The TAP technique is an effective and safe treatment method for bifurcation lesions of coronary arteries in patients with cCHD and STE-ACS/NSTE-ACS. The rate of successful procedures was 100%. Our study demonstrated a possibility of using this method both as an initial strategy and for the treatment of lateral branch in case of suboptimal outcome after final kissing angioplasty.

Limitations of the Study

This study was a single-center retrospective study. TAP stenting was not compared with other double-stent strategies. The follow-up period was insufficient to evaluate MACE. There was no opportunity to monitor long-term outcomes in all operated patients.

Список литературы [References]

- Colombo A., Bramucci E., Saccà S. et al. Randomized study of the crush technique versus provisional side-branch stenting in true coronary bifurcations: the CACTUS (Coronary Bifurcations: Application of the Crushing Technique Using Sirolimus-Eluting Stents) Study. *Circulation*. 2009, 119 (1), 71–78. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.808402>
- Burzotta F., Lassen J.F., Louvard Y. et al. European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2020, 96 (5), 1067–1079. <https://doi.org/10.1002/ccd.29071>
- Lassen J.F., Albiero R., Johnson T.W. et al. Treatment of coronary bifurcation lesions, part II: implanting two stents. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2022, 18 (6), 457–470. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-22-00166>
- Burzotta F., Gwon H.C., Hahn J.Y. et al. Modified T-stenting with intentional protrusion of the side-branch stent within the main vessel stent to ensure ostial coverage and facilitate final kissing balloon: the T-stenting and small protrusion technique (TAP-stenting). Report of bench testing and first clinical Italian-Korean two-centre experience. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2007, 70 (1), 75–82. <https://doi.org/10.1002/ccd.21194>

5. Al Rashdan I., Amin H. Carina modification T stenting, a new bifurcation stenting technique: clinical and angiographic data from the first 156 consecutive patients. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2009, 74 (5), 683–690. <https://doi.org/10.1002/ccd.22086>
6. Park D.Y., An S., Jolly N. et al. Systematic Review and Network Meta-Analysis Comparing Bifurcation Techniques for Percutaneous Coronary Intervention. *J. Am. Heart Assoc.* 2022, 11 (12), e025394. <https://doi.org/10.1161/JAHA.122.025394>
7. Ferenc M., Gick M., Comberg T. et al. Culotte stenting vs. TAP stenting for treatment of de-novo coronary bifurcation lesions with the need for side-branch stenting: the Bifurcations Bad Krozingen (BBK) II angiographic trial. *Eur. Heart J.* 2016, 37 (45), 3399–3405. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw345>
8. Carlson T.A., Guarneri E.M., Stevens K.M. et al. “T-stenting”: The answer to bifurcation lesions? *Circulation.* 1996, 94, 186–87.
9. Karvouni E., Di Mario C., Nishida T. et al. Directional atherectomy prior to stenting in bifurcation lesions: a matched comparison study with stenting alone. *Cath. Cardiovasc. Interv.* 2001, 53, 12–20.
10. Batyraliev T., Konukoglu O., Vural A., Demirbas O. Three angle bifurcation angioplasty and stenting. *Turk. J. Invasiv. Cardiol.* 2006, 10 (4), 180–183.
11. Behan M.W., Holm N.R., Curzen N.P. et al. Simple or complex stenting for bifurcation coronary lesions: a patient-level pooled-analysis of the Nordic Bifurcation Study and the British Bifurcation Coronary Study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2011, 4, 57–64.
12. Naganuma T., Latib A., Basavarajaiah S. et al. The long-term clinical outcome of T-stenting and small protrusion technique for coronary bifurcation lesions. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013, 6 (6), 554–561. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2013.01.137>
13. Kirtane A.J., Doshi D., Leon M.B. et al. Treatment of Higher-Risk Patients With an Indication for Revascularization: Evolution Within the Field of Contemporary Percutaneous Coronary Intervention. *Circulation.* 2016, 134 (5), 422–431. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.022061>
14. Lee J.M., Choi K.H., Song Y.B. et al.; RENOVATE-COMPLEX-PCI Investigators. Intravascular Imaging-Guided or Angiography-Guided Complex PCI. *N. Engl. J. Med.* 2023, 388 (18), 1668–1679. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2216607>

Сведения об авторах [Authors info]

Кислухин Темур Владимирович – заведующий отделением, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению ГБУЗ “Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова”, Самара. <https://orcid.org/0000-0003-2107-7499>

Костырин Евгений Юрьевич – врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению ГБУЗ “Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова”, Самара. <https://orcid.org/0000-0002-9793-770X>

Туманов Александр Игоревич – врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению ГБУЗ “Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова”, Самара. <https://orcid.org/0000-0001-7323-7461>

Титов Алексей Леонидович – врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению ГБУЗ “Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова”, Самара. <https://orcid.org/0000-0002-7549-5437>

Патрикеева Алена Александровна – врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению ГБУЗ “Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова”, Самара. <https://orcid.org/0000-0001-7609-6967>

Саламов Георгий Владимирович – очный аспирант кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ИПО ФГБОУ ВО “Самарский государственный медицинский университет” Минздрава России; врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению ГБУЗ “Самарский областной клинический кардиологический диспансер им. В.П. Полякова”, Самара. <https://orcid.org/0000-0002-3391-1869>

* **Адрес для переписки:** Кислухин Темур Владимирович – e-mail: timcardio@gmail.com

Temur V. Kislukhin – Head of Interventional Cardiology Department, Endovascular Surgeon of Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara. <https://orcid.org/0000-0003-2107-7499>

Evgeny Yu. Kostyrin – Endovascular Surgeon of Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara. <https://orcid.org/0000-0002-9793-770X>

Alexander I. Tumanov – Endovascular Surgeon Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara. <https://orcid.org/0000-0001-7323-7461>

Alexey L. Titov – Endovascular Surgeon Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara. <https://orcid.org/0000-0002-7549-5437>

Alyona A. Patrikeeva – Endovascular Surgeon Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara. <https://orcid.org/0000-0001-7609-6967>

Georgy V. Salamov – full-time postgraduate student of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery of the IPO Samara State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Endovascular Surgeon Samara Regional Clinical Cardiological Dispensary named after V.P. Polyakov, Samara. <https://orcid.org/0000-0002-3391-1869>

* **Address for correspondence:** Temur V. Kislukhin – e-mail: timcardio@gmail.com

Статья получена 5 июля 2023 г.
Manuscript received on July 5, 2023.

Принята в печать 15 декабря 2023 г.
Accepted for publication on December 15, 2023.

Современное состояние проблемы хирургического лечения пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей. Обзор литературы

М.В. Агарков^{1, 2*}, Д.Н. Лазакович^{5, 6}, К.Л. Козлов^{2, 3}, О.Б. Герцог¹, Е.Д. Любимый⁴

¹ ГБУЗ Калининградской области “Гусевская центральная районная больница”, г. Гусев, Калининградская обл., Россия

² АНО НИЦ “Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии”, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБВОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГАОУ ВО “Балтийский федеральный университет им. И. Канта”, Калининград, Россия

⁵ СПб ГБУЗ “Городская больница №40”, Санкт-Петербург, Россия

⁶ Медицинский факультет СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

В обзоре описываются современные возможности и направления хирургического лечения заболевания периферических артерий. На основании изучения данных о методах и результатах лечения авторы приходят к выводу о том, что комплексное понимание возможностей оперативного лечения заболевания периферических артерий способно помочь практикующему врачу выбрать самую эффективную и безопасную стратегию хирургического лечения каждого пациента.

Актуальность. Распространенность заболевания периферических артерий (ЗПА) составляет от 3 до 10% в общей популяции и до 15–20% у пожилых людей. ЗПА приводит к ишемии нижних конечностей, основным симптомом которой является боль при ходьбе, и в случае тяжелой недостаточности кровообращения боль может развиваться в покое. Помимо снижения качества жизни, прогрессирование ишемии может привести к формированию язв нижних конечностей, повышенному риску осложнений, включая инфаркт миокарда, инсульт, ампутацию нижних конечностей и смерть.

Материал и методы. В обзоре описываются современные возможности и направления хирургического лечения ЗПА. Описанные методы лечения ЗПА включают классический хирургический подход, эндоваскулярные техники, а также гибридный подход в лечении ишемии нижних конечностей.

Заключение. Польза как открытых хирургических, так и эндоваскулярных подходов доказана во множестве рандомизированных контролируемых исследований. Каждый из методов снижает риск серьезных нежелательных явлений и улучшает качество жизни пациентов в разной степени в зависимости от множества факторов, таких как локализация и протяженность поражения, степень кальциноза, наличие сахарного диабета, общая коморбидность и множество других. Таким образом, только комплексное понимание возможностей оперативного лечения ЗПА позволяет практикующему врачу выбрать самую эффективную и безопасную стратегию хирургического лечения каждого пациента.

Ключевые слова: атеросклероз; заболевания периферических артерий; критическая ишемия; хирургическое лечение; эндоваскулярные вмешательства

Для цитирования: М.В. Агарков, Д.Н. Лазакович, К.Л. Козлов, О.Б. Герцог, Е.Д. Любимый. Современное состояние проблемы хирургического лечения пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей. Обзор литературы. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2023; 75 (4): 76–93.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

Current state of surgical treatment of patients with lower limb arteriosclerosis. Literature review

M.V. Agarkov^{1, 2*}, D.N. Lazakovich^{5, 6}, K.L. Kozlov^{2, 3}, O.B. Gertsog¹, E.D. Lubiviy⁴

¹ Department of Interventional Radiology City, Gusev Central District Hospital, Gusev, Kaliningrad Region, Russia

² St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, St. Petersburg, Russia

³ Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

⁴ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

⁵ St. Petersburg City Clinical Hospital №40, St. Petersburg, Russia

⁶ Medical Faculty, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

The review describes modern possibilities and methods of surgical treatment of peripheral arterial disease. The analysis of the data on the methods and the results of treatment allows to conclude, that a comprehensive understanding of the surgical treatment options for peripheral arterial disease allows clinicians to choose the most effective and safe surgical strategy for each patient.

Relevance. The prevalence of peripheral arterial disease (PAD) ranges from 3 to 10% in general population and is up to 15–20% in elderly individuals. PDA leads to ischemia of the lower limbs, the core symptom of which is kinesialgia; in case of severe circulatory deficiency, pain may occur at rest. In addition to the worsened quality of life, progressive ischemia may lead to lower limb ulcers, increased risk of complications including myocardial infarction, stroke, lower limb amputation and death.

Material and methods. The review describes modern possibilities and methods of PAD surgical treatment. Described treatment methods for PAD include classical surgical approach, endovascular techniques, as well as hybrid approach to the treatment of lower limb ischemia.

Conclusions. The benefits of both open surgery and endovascular techniques have been proven in multiple randomized controlled trials. Each method reduces the risk of serious adverse events and improves the patients' quality of life to varying degrees depending on a number of factors such as localization and extent of the lesion, calcification degree, diabetes mellitus, general comorbidity and many others. Thus, only a comprehensive understanding of the surgical treatment options for PAD allows clinicians to choose the most effective and safe surgical strategy for each patient.

Keywords: atherosclerosis; peripheral artery disease; critical ischemia; surgical treatment; endovascular interventions

For citation: M.V. Agarkov, D.N. Lazakovich, K.L. Kozlov, O.B. Gertsog, E.D. Lubiviy. Current state of surgical treatment of patients with lower limb arteriosclerosis. Literature review. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2023; 75 (4): 76–93.

Conflict of interest: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest in connection with the content of this article.

Список сокращений

АПС – аортоподвздошный сегмент
 БАП – баллонная ангиопластика
 БПВ – большая подкожная вена
 БПС – бедренно-подколенный сегмент
 БРС – баллон-расширяемый стент
 ГВ – гибридное вмешательство
 ЗПА – заболевания периферических артерий
 КИНК – критическая ишемия нижней конечности
 ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс
 ПБА – поверхностная бедренная артерия

ПБС – подколенно-берцовый сегмент
 ПТФЭ – политетрафторэтиленовый протез
 СЛП – стент с лекарственным покрытием
 СРС – саморасширяющийся стент
 ХШ – хирургическое шунтирование
 ЭВЛ – эндоваскулярное лечение

Введение

При выборе между открытым и эндоваскулярным подходами учитывается широкий спектр факторов, включая характер поражения, риски проведения общей анестезии,

тяжесть сопутствующих заболеваний, продолжительность вмешательства, степень кровопотери, анатомические особенности, предыдущие неудачные вмешательства и другие факторы. Поражение аортоподвздошного сегмента хорошо подходит для выполнения эндоваскулярных вмешательств, однако в некоторых ситуациях требуется открытая реваскуляризация, например при сопутствующем аневризматическом расширении аорты, предшествующих неудачных вмешательствах или окклюзии на уровне бифуркации аорты. При бедренно-подколенном поражении технический успех почти всегда может быть достигнут с помощью эндоваскулярных методов, однако следует учитывать известные специфические факторы, такие как длина поражения, диаметр сосуда и т.д. Выбор метода реваскуляризации еще более сложен при многоуровневом поражении с вовлечением артерий голени, в особенности у пациентов с сопутствующим диабетом. В современной практике сосудистые хирурги и интервенционисты должны иметь понимание всех подходов для получения оптимальных результатов лечения.

Открытое хирургическое вмешательство

Эндартерэктомия

Эндартерэктомия представляет собой прямое удаление атеросклеротической бляшки из артерии и лучше всего применяется при очаговых поражениях сосудов крупного калибра, особенно в области бифуркаций (например, сонных, аортоподвздошных, общих бедренных артерий). Преимуществом эндартерэктомии является ее аутогенный характер без необходимости использования кондуита. Ограничения операции связаны с протяженностью бляшки, плохим контролем дистального сегмента интимы, тромбогенностью полученной поверхности в условиях низкого кровотока и последующей гиперплазией интимы, которая может привести к рецидивирующему стенозированию.

Успех ангиопластики и стентирования аортоподвздошного сегмента (АПС), особенно при очаговом поражении, в значительной степени привел к отказу от выполнения эндартерэктомии в данной анатомической области. Тем не менее бедренная эндартерэктомия остается распространенной и важной процедурой при заболеваниях

периферических артерий (ЗПА), позволяющей выполнить адекватную реваскуляризацию бассейна общей бедренной артерии и глубокой артерии бедра, которая является ключевым источником коллатерального кровообращения к голени. Процедура может выполняться изолированно или как часть гибридной или открытой шунтирующей операции. Бедренная эндартерэктомия чаще всего выполняется через продольную артериотомию с удалением бляшки и с последующим закрытием заплатой (протезными или биологическими материалами).

Шунтирование

Хирургическое шунтирование (ХШ) является универсальным и гибким инструментом, позволяющим проводить реваскуляризацию на различных уровнях поражения сосудистого русла. Основным элементом технического успеха является создание беспрепятственного пути притока, а также качественного и адекватного воспринимающего русла.

Современные методы изготовления протезов с использованием пропитанного коллагеном или желатином лавсана или политетрафторэтилена (ПТФЭ) привели к созданию синтетических материалов с минимальной кровопотерей через трансплантат, отличной структурной целостностью и способностью интегрироваться в нативные ткани. Рандомизированное многоцентровое исследование аортоподвздошных реконструкций, сравнивающее ПТФЭ-протезы и дакрон, не показало различий в 5-летней проходимости в зависимости от типа материала шунта (1). На сегодняшний день все имеющиеся на рынке протезы доказали свою эффективность и безопасность у пациентов с шунтированием АПС. Ограничения использования протезов могут быть связаны с возможностью инфекции, псевдоаневризмами анастомозов и тромбозами шунта.

Напротив, протезы более малого диаметра, обычно необходимые для шунтирования артерий ниже паховой связки (диаметром ≤ 6 мм), сталкиваются с более сложными анатомическими и гемодинамическими условиями для обеспечения адекватной проходимости. Альтернативой в данном случае является использование большой подкожной вены (БПВ). Венозные кондуиты были впервые использованы для хирургиче-

ских реконструкций в 1940-х годах И. Дос Сантосом в качестве заплата при эндартерэктомии, а затем Д. Кунлином (2) для периферического шунтирования. В современной хирургии БПВ является кондуитом выбора для шунтирования сосудов среднего и малого диаметра. Несмотря на значительный прогресс в области материаловедения, синтетические кондуиты малого диаметра имеют существенные ограничения, особенно в области анастомозов. На научной сессии АНА 2022 были доложены результаты открытого рандомизированного исследования BEST-CLI, в котором сравнивались два основных подхода к реваскуляризации при критической ишемии нижних конечностей (КИНК) у пациентов с поражением артерий ниже паховой связки (3). В исследование включались пациенты, у которых технически могло быть выполнено оба вида вмешательств – как открытое, так и эндоваскулярное. Сравнение было выполнено в двух когортах. В первой когорте у пациентов была возможность использовать в качестве графта БПВ. Вторая группа включала пациентов, у которых не было возможности использования БПВ из-за структурных или анатомических особенностей, поэтому выбирался синтетический графт. Всего в исследование было включено 1830 пациентов, медиана длительности наблюдения составила 1,6 года. Первичная конечная точка исследования – комбинация ампутации проксимальнее лодыжки/большого повторного вмешательства на конечности (шунтирование, тромбэктомия, тромболитис)/смерть от любых причин. В когорте, где при шунтировании использовалась БПВ, частота первичной конечной точки оказалась достоверно ниже в группе шунтирования, чем в группе эндоваскулярного лечения: 42,6% против 57,4% (ОШ 0,68; 95% ДИ 0,59–0,79; $p < 0,001$). Во второй когорте, где при шунтировании использовались альтернативные кондуиты, различия частоты первичной конечной точки между группами не достигли статистической значимости: 42,8% против 47,7% (ОШ 0,79; 95% ДИ 0,58–1,06; $p = 0,12$).

К сожалению, более 40% пациентов, нуждающихся в реваскуляризации, не будут иметь адекватной БПВ (4). В этом случае альтернативой могут быть рассмотрены контралатеральная БПВ, малая подкожная вена и вены верхней конечности.

Еще одной альтернативой БПВ могут являться синтетические протезы малого диа-

метра. Несколько проспективных исследований показали краткосрочную эквивалентность синтетических протезов и венозных трансплантатов для бедренно-подколенного шунтирования с условием наличия адекватного воспринимающего русла (5, 6). Некоторые авторы также сообщают о приемлемой проходимости синтетических трансплантатов при шунтировании ниже коленной щели (7). Однако, в отличие от венозных шунтов, уровень дистального анастомоза синтетического шунта оказывает существенное влияние на долговечность. В то время как 5-летняя проходимость протезов выше уровня подколенной артерии составляет порядка 40–50%, на большеберцово-перонеальном уровне 5-летняя проходимость падает до 15–30% (7). Кроме того, при использовании синтетических протезов остается пожизненный риск развития парапротезной инфекции.

Эндоваскулярные подходы в лечении ЗПА

Прогресс в рентгенэндоваскулярных технологиях за последние годы расширил возможности в лечении ЗПА. Также современные достижения в предоперационной визуализации артерий помогают спланировать и осуществить процедуру максимально эффективно и безопасно (8, 9).

Баллонная ангиопластика (БАП) и стентирование являются основными техническими подходами в малоинвазивной реваскуляризации. Новые технологии в эндоваскулярной хирургии включают стенты и баллоны с лекарственным покрытием, дополнительные устройства для прохождения хронических окклюзий, различные устройства для удаления бляшек, применение баллонов и стентов, выделяющих лекарственные вещества, и др. Однако определяющим фактором в лечении является уровень поражения артерий конечности, а также степень и протяженность стеноза.

Эндоваскулярное лечение аортоподвздошного сегмента

При коротком изолированном поражении АПС эндоваскулярное лечение (ЭВЛ) показывает хороший результат с проходимостью более 90% в течение 5 лет и низким риском осложнений. Однако в настоящее время отсутствуют крупные рандомизированные исследования, сравнивающие эффективность и безопасность стентирования

и баллонной ангиопластики в данном сегменте. Голландский регистр DIST в сравнительном исследовании эффективности стентирования и баллонной ангиопластики у 279 пациентов продемонстрировал сопоставимые клинические результаты эффективности по 9 параметрам (10). Однако значительным недостатком исследования являлось отсутствие в сравнительных группах пациентов с тяжелым, кальцинированным поражением АПС, которое все чаще встречается в клинической практике. Так, метаанализ 958 пациентов британского исследования STAG с более тяжелым атеросклеротическим поражением АПС показал более высокие показатели долгосрочной проходимости у пациентов с имплантированными баллон-расширяемыми или саморасширяющимися нитиноловыми стентами (11, 12).

Сравнение эффективности использования баллон-расширяемых (БРС) и саморасширяющихся стентов (СРС) в АПС было продемонстрировано в многоцентровом рандомизированном исследовании ICE. Пациенты с окклюзией общей или наружной подвздошной артерии были распределены в соотношении 1:1 в зависимости от типа имплантированного стента. Первичной конечной точкой являлся рестеноз через 12 мес, визуализируемый с помощью дуплексного УЗИ. Использование СРС в сравнении с БРС достоверно приводило к более низкой частоте 12-месячного рестеноза. Исследование CRISP-US показало эквивалентные результаты (13).

Рестеноз остается основным ограничением аортоподвздошного стентирования, хотя он встречается значительно реже в сравнении с вмешательствами, которые выполняются на сегментах ниже паховой связки. Считалось, что стенты с покрытием из ПТФЭ или дакрона предотвращают развитие рестеноза, создавая механический барьер для гиперплазии неоинтимы со стороны прилегающей стенки сосуда. Однако большинство исследований продемонстрировали аналогичную частоту развития рестеноза по сравнению с непокрытыми стентами через 12 мес (14, 15).

Эндоваскулярное лечение бедренно-подколенного сегмента

Согласно данным рекомендаций ESC по диагностике и лечению заболеваний периферических артерий 2017 г., эндоваскуляр-

ная реваскуляризация предпочтительна у пациентов с любыми вариантами поражения бедренно-подколенного сегмента (БПС) А–С типа по классификации TASC (класс рекомендаций I, уровень С) (16). Первичную имплантацию стента следует рассматривать в случае короткого (т. е. <25 см) поражения артерии, однако у пациентов, имеющих противопоказания к открытой операции, ЭВЛ может быть рассмотрено в случае протяженного (т.е. ≥25 см) бедренно-подколенного поражения (класс рекомендации IIa, уровень А) (16).

Поверхностная бедренная артерия (ПБА) – самая длинная артерия с наименьшим количеством боковых ветвей, фиксированная между тазобедренным и коленным суставами, является наиболее частой локализацией атеросклероза. Ее дистальный сегмент пересекает приводящий канал, что дополнительно усиливает компрессию при сокращении бедра. Следовательно, первичная проходимость и клинические результаты эндоваскулярной реваскуляризации для лечения ПБА в этой локализации в значительной степени зависят от повторяющихся механических нагрузок, которые, как считается, связаны с переломом стента, рестенозом и тромбозом. Кроме того, атеросклеротические поражения ПБА зачастую отличаются диффузным, тяжелым кальцинозом и высокой частотой возникновения полной окклюзии. Все эти факторы приводят к недостаточной эффективности БАП и развитию таких состояний, как эластический рекоил, диссекция артерии и высокая степень остаточного стеноза.

Из-за выраженной деформации БПС во время движения БРС практически не используются для стентирования данного сегмента. Поэтому при имплантации стента в БПС всегда отдается предпочтение использованию СРС. В настоящее время СРС в основном изготовлены из нитинола, который позволяет устройству менять форму и восстанавливаться после деформации. Также нитиноловые стенты, в отличие от БРС, обладают более устойчивой радиальной жесткостью.

Применение стентов с лекарственным покрытием изучалось в нескольких исследованиях у пациентов со стенозом БПА, однако их преимущества перед металлическими нитиноловыми стентами не доказаны (17). В исследовании RESILIENT J.R. Laird и соавт. рандомизировали 206 пациентов с атеросклеротическим поражением БПС для пер-

вичной имплантации нитинолового стента LifeStent (Bard Peripheral Vascular, Inc., Темпе, Аризона, США). Первичная проходимость по данным дуплексного УЗИ через 12 мес составила 89%, а перелом стента был отмечен в 3,1% случаев (18).

В исследовании DURABILITY-I, которое включало 151 пациента с поражением БПС, оценивалась первичная реваскуляризация с использованием саморасширяющегося нитинолового стента Protégé EverFlex (ev3 Inc., Плимут, Миннесота, США). Средняя длина поражения составила 96 мм. Первичная проходимость по данным дуплексного УЗИ через год составила 72%. Перелом стента отмечен у 8% пациентов (19).

В реестре SUMMIT саморасширяющийся нитиноловый стент EPIC (Boston Scientific, Мальборо, Массачусетс, США) имплантировался 100 пациентам с клинически значимым атеросклеротическим поражением БПС (20). Средняя длина поражения составляла 70 мм. У 29% пациентов наблюдалась полная окклюзия БПС, 48% имели умеренную или тяжелую кальцификацию. Первичная проходимость, которая оценивалась по данным коэффициента пиковой систолической скорости, через 12 мес составила 85%. Среднее значение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) увеличилось с 0,73 до 0,96. Случаев перелома стента не наблюдалось.

В ряде регистрационных исследований изучались результаты применения стентов Supera (Abbot Vascular Inc., Санта-Клара, США) при лечении атеросклеротического поражения БПС. SUPERB наиболее крупное проспективное многоцентровое исследование, которое включает данные лечения 325 пациентов с поражениями БПС, проходивших лечение в период с июля 2009 по 2011 г. в 34 медицинских центрах США (14). Средняя длина поражения БПС в исследовании SUPERB составляла 78 мм. В общей сложности в исследовании 28% поражений имели умеренный кальциноз и 45% – тяжелый кальциноз. Первичная проходимость через 1 год (отсутствие стеноза при соотношении пиковой систолической скорости при дуплексном УЗИ) составила 86,3%. Отсутствие необходимости повторной реваскуляризации целевого поражения через 12 мес составило 89%, а ЛПИ увеличился с 0,7 до 0,92. При контрольном наблюдении через 12 мес не было обнаружено признаков деформации и переломов стента, тогда как через 24 мес у одного (0,5%) пациента

наблюдался перелом стента. Первичная проходимость через 24 мес составила 84% (21). В еще одном крупном одноцентровом ретроспективном исследовании Supera-500 были продемонстрированы данные 492 пациентов с поражением БПС, которым выполнялась эндоваскулярная реваскуляризация с использованием нитинолового стента Supera в период с 2007 по 2011 г. В исследуемой группе 53% пациентов имели полную окклюзию артерии, у 47% наблюдался умеренный или тяжелый кальциноз. Средняя длина поражения составила 126 мм. Первичная проходимость составила 83% через 12 мес и 73% через 2 года. Среди поражений длиной более 150 мм первичная проходимость через 12 и 24 мес составила 81 и 62% соответственно. Средний показатель ЛПИ увеличился с 0,53 до 0,91, а средний класс по Резерфорду–Беккеру снизился с 3,0 до 1,9. При последующем наблюдении переломов стента не наблюдалось. Хотя данные об использовании стентов Supera при атеросклеротическом поражении БПС имеют хорошие показатели, необходимо отметить, что они в основном описывают варианты лечения коротких поражений, менее 100 мм. Длинные поражения (>200 мм) по-прежнему связаны с относительно высокой частотой рестеноза.

Эндоваскулярное лечение подколленно-берцового сегмента

Атеросклеротическое поражение подколленно-берцового сегмента (ПБС) зачастую характеризуется сильно обызвествленными диффузными стенозами или тотальными окклюзиями. Плохой дистальный отток повышает риск тромбоза стента, а дистальная эмболизация приводит к высокому риску неблагоприятных исходов и ампутации.

Большинство авторов считают, что БАП поражений артерий голени является методом выбора у больных с критической ишемией. Несколько клинических исследований продемонстрировали, что выполнение БАП артерий голени может способствовать сохранению конечности у пациентов с КИНК, при этом показатели спасения конечностей в течение 12 мес достигают 75%. А. Schmidt и соавт. сообщили о 95,6% сохранении конечности через 12 мес при осложненном поражении ПБС (22). Ангиопластика с применением баллонов с лекарственным покрытием в настоящее время предположительно уменьшает потребность в будущем

повторном вмешательстве. Так, в исследовании использования баллонного катетера, покрытого паклитаксолом IN.PACT (Medtronic), для лечения 109 конечностей с протяженными (>80 мм) подколенными поражениями у 104 пациентов, 12-месячные показатели клинического улучшения (91,2%), полное раннее заживление (74,2%), рестеноз (17,3%) и спасение конечности (95,6%) были удовлетворительными (23). Однако проспективное многоцентровое рандомизированное исследование IN.PACT DEEP с участием 358 пациентов с КИНК, предназначенное для сравнения подколенной ангиопластики с помощью лекарственного баллона Amphirion (Medtronic) и стандартной ангиопластики, было прекращено досрочно из-за тенденции к более обширным ампутациям в группе баллонного катетера с лекарственным покрытием (8,8% против 3,6%); $p = 0,80$) (24). Эти результаты привели к выводу этой платформы с рынка. В свою очередь исследование RANGER II SFA, изучавшее баллонный катетер, выделяющий паклитаксел Ranger (Boston Scientific, Мальборо, Массачусетс, США), показало преимущество над стандартной БАП по 12-месячной первичной проходимости на 16,6% (95% ДИ 5,5–27,7%; $p = 0,0013$) при сопоставимых профилях безопасности (25).

Использование баллонных катетеров с лекарственным покрытием

Противоречивость данных исследований требует дальнейшей тщательной оценки пользы и безопасности данного типа баллонов.

Для стентирования ПБС из-за довольно малого диаметра артерий могут использоваться коронарные стенты как с лекарственным покрытием (СЛП), так и голометаллические стенты. Однако из-за диффузного характера поражения ПБС подколенное стентирование в сочетании с плохим оттоком может повысить риск тромбоза стента. Использование СЛП, в частности, может еще больше усилить этот риск из-за проблем, связанных с отсроченной рестенолизацией. Кроме того, достаточно часто наблюдается субоптимальная аппозиция стента или диссекция, ограничивающая поток, из-за сильного кальцифицированного поражения артерий. Небольшие одноцентровые нерандомизированные исследования показали, что частота больших ампутаций, хирургических вмешательств

и повторной реваскуляризации целевого поражения ниже у пациентов с КИНК, получавших СЛП. Так, в исследовании DESTINY эверолимус СЛП показал достоверно более высокую первичную проходимость (85% по сравнению с 54%; $p = 0,0001$) в течение 12 мес (26). Однако частота больших ампутаций и летальных исходов не различалась. В исследовании ACHILLES 200 пациентов с КИНК были рандомизированы на группы использования СЛП, выделяющего сиролимус, либо для ангиопластики и показали, что ангиографический рестеноз (22% против 42%; $p = 0,019$) и проходимость сосудов (75% против 57%; $p = 0,025$) были значительно выше в группе СЛП. Аналогичные результаты были получены и в других исследованиях (27, 28).

Таким образом, использование СЛП, по-видимому, предлагает меньше повторных реваскуляризаций и ампутаций по сравнению с голометаллическими стентами, однако ценность его рутинного использования по сравнению с БАП менее определена.

За последние 30 лет ЭВЛ значительно улучшилось как в технике, так и в навыках операторов, появились специализированные устройства, выросла безопасность и успех процедуры. Однако многие врачи убеждены, что ЭВЛ подходит только для поражений TASC A и B, а хирургическое вмешательство следует применять при поражениях TASC C и D. Тем не менее при сравнении хирургических и эндоваскулярных вмешательств при поражениях аортоподвздошного отдела TASC B и C не было обнаружено различий в смертности или сохранении конечностей через 5 лет (29). На самом деле частота успеха ЭВЛ во всех анатомических областях составляет >95% независимо от тяжести поражения TASC (30). Другим возражением против повсеместного использования ЭВЛ при ЗПА является возникновение рестенозов, особенно после стентирования. Было обнаружено, что ограниченный или скомпрометированный отток предсказывает более высокую частоту неудач эндоваскулярных процедур (30). Эти выводы, как правило, были сделаны до внедрения адьювантных методов, таких как современная атерэктомия, для подготовки поражений к чрескожной ангиопластике. Поскольку было показано, что снижение кровотока увеличивает скорость рестеноза, современные методы, такие как орбитальная атерэктомия, которые поддерживают

кровоток после ЭВЛ, могут способствовать улучшению результатов и устранению существенных ограничений для успеха ЭВЛ (30, 31). При болезни БТК несколько исследований показали, что ЧТА осуществима, успешна и безопасна в сочетании с адьювантной атерэктомией и стентированием (29). Анализ регистра XLPAD за 2019 г. показал, что добавление атерэктомии к ЭВЛ связано с более низкими показателями повторной реваскуляризации целевой конечности в течение 1 года (32). При поражении артерий выше колена множественные рандомизированные контролируемые исследования не показали различий в 1- или 3-летней смертности, частоте ампутаций или неудач реваскуляризации после операции по сравнению с ангиопластикой (29).

Гибридные вмешательства

Гибридное вмешательство (ГВ) определяется как сочетание открытой хирургии и эндоваскулярных технологий у пациентов с многоуровневым поражением артерий. На практике типичным примером является комбинированное лечение сосудов притока с помощью эндоваскулярной реваскуляризации и сосудов оттока с помощью открытой хирургии, чаще это тромбэндартерэктомия из общей бедренной артерии со стентированием подвздошной артерии. ГВ позволяют добиться результата, который не может быть достигнут ни одним из методов, примененных отдельно, сочетая лучшие стороны ЭВЛ и ХШ как малоинвазивность при эндоваскулярном лечении и отдаленная проходимость артерий при ХШ. ГВ позволяют уменьшить кровопотерю; сократить продолжительность операции; снизить физическую нагрузку на персонал, снизить риски операции и улучшить исход; сократить срок пребывания в больнице. Однако с точки зрения медицинской экономики гибридная хирургия требует специализированных операционных и инвестиционных в соответствующее оборудование.

Анализ ГВ показал многообещающие результаты. Н.Н. Dosluoglu и соавт. сообщили о результатах своего исследования, сравнивающего ГВ, ХШ и ЭВЛ у 654 пациентов. Показатели сердечно-сосудистых осложнений и смертности после вмешательства в гибридной группе (5,6 и 6,4% соответственно) были сопоставимы с открытой группой (3,5 и 3,1%), но значительно выше, чем в группе ЭВЛ (1,1 и 1,1%), по причине более высоких факторов риска в группах

ГВ и ХШ, при этом показатели сохранения конечностей через 12 и 36 мес были сопоставимыми во всех трех группах (от 80 до 100%). Трехлетняя первичная и вторичная проходимость и долгосрочная выживаемость были сопоставимы во всех трех группах (33). В другом исследовании с участием 1480 пациентов выявлены достоверные различия в пользу ГВ при лечении ЗПА по продолжительности операции ($p < 0,001$), времени пребывания в стационаре ($p < 0,001$). ГВ также были связаны с более низкой частотой повторных операций ($p = 0,017$) и повторных госпитализаций ($p = 0,007$). Однако группы ГВ и ХШ не различались по частоте летальных исходов и больших ампутаций (34). Т.Т. Huynh и С.Ф. Vechara показали, что гибридные процедуры дают гораздо более низкие показатели заболеваемости и смертности, чем ХШ, при сравнительно высоких показателях спасения конечностей (35). В свою очередь при сравнении ГВ с эндоваскулярными операциями выявлена более высокая стоимость ГВ (36), что снижает распространение ГВ в широкой практике в стационарах с ограниченными ресурсами.

В настоящее время гибридные процедуры, используя преимущества ЭВЛ и инвазивных хирургических методов для разных сосудистых бассейнов, стали рутинной практикой и обладают достаточной рекомендательной базой. Например, лечение поражений подвздошно-бедренных артерий типа С и D по TASCII с помощью открытой хирургии коррелирует со значительной заболеваемостью и смертностью, но среднесрочные и долгосрочные результаты превосходят результаты ЭВЛ данной зоны. Так, для лечения поражений TASC C/D подвздошных артерий эндоваскулярные процедуры в настоящее время являются первой линией лечения в сочетании с эндартерэктомией из общей бедренной артерии (37).

Заключение

В последние годы наблюдается увеличение процента всех вариантов вмешательств при лечении ЗПА. На сегодняшний день показания к хирургическому лечению ишемии нижних конечностей определены с точки зрения тяжести симптомов, при этом данные гемодинамики служат для подтверждения диагноза, но не являются первичным показанием к операции. Существует общее мнение, что хирургическое лечение показано для облегчения симптомов КИНК, вклю-

чая ишемическую боль в покое, ишемические язвы и гангрену (38). Напротив, перемежающаяся хромота считается лишь относительным показанием к хирургическому лечению, которое возможно только после адекватной медикаментозной терапии и модификации факторов риска.

Результаты лечения ишемии нижних конечностей обычно оцениваются по нескольким параметрам, которые были отражены в рекомендациях ЕОК и ЕОСХ. К ним относятся операционная заболеваемость и смертность, связанные с лечением, и проходимость хирургического вмешательства. Проходимость артерий конечностей лучше всего определяется с точки зрения гемодинамики, как устойчивое улучшение показателя ЛПИ $\leq 15\%$, а также с помощью других объективных методов, таких как дуплексное сканирование. Проходимость классифицируется как первичная или вторичная. Вторичная проходимость является результатом восстановления кровотока по тромбированной артерии или шунту, первичная ассистированная проходимость – это комплекс профилактических мер еще до возникновения тромбоза (38). Очевидно, что сравнение различных хирургических вмешательств требует использования показателей первичной проходимости. В дополнение к проходимости хирургические вмешательства на нижних конечностях оцениваются путем расчета спасения конечности, определяемого как сохранение конечности без необходимости ампутации. Однако основным ограничением при сравнении эффективности различных методов лечения является вариабельность исследований. Как указали G.A. Antoniou и соавт. в своем метаанализе лечения БПС, ЭВЛ может варьироваться от БАП или стентирования голометаллическим матричным стентом в одних исследованиях до эндоваскулярной реконструкции сосудов с помощью атерозктомических устройств, баллонов и стентов, выделяющих лекарственное вещество, в других (39). Аналогичным образом в представленных исследованиях наблюдались различия в методах открытой реваскуляризации – от применения синтетических протезов, венозных шунтов до бедренной эндартерэктомии. Один из последних опубликованных систематических обзоров, посвященных сравнению данных о шунтировании и ЭВЛ у пациентов с КИНК, охватывает 9 когортных или рандомизиро-

ванных клинических исследований, ни одно из которых не включало данные, полученные за последнее десятилетие (39).

Кроме того, некоторые исследования показали, что средняя продолжительность пребывания в стационаре для эндоваскулярных пациентов составляла 3 дня и пролегалась, если требовалась реваскуляризация (40). В сравнении с этим M.S. Sajid и соавт. (41) продемонстрировали, что пациентам, перенесшим эндартерэктомию, требовалось в среднем 8,4 дня пребывания в стационаре из-за осложнений, связанных с раневыми осложнениями. Частота послеоперационных осложнений у них составила 24% в основном из-за развития раневой инфекции, что потребовало длительной антибактериальной терапии.

Что касается осложнений ЭВЛ, то M. Vosiers и соавт. (42) представили информацию о возможных осложнениях, связанных с переломом стента, которые наблюдались у 4,2% пациентов в течение первого года. Однако зависимости между частотой переломов стента и типом используемого стента обнаружено не было. Кроме того, высокая частота рестенозов остается неоспоримым недостатком ЭВЛ при окклюзиях ПБА (43). В отличие от коронарного кровообращения, артерии нижних конечностей включают длинные сегменты и множественные участки с ограниченной скоростью кровотока, что предрасполагает к развитию рестеноза.

Также стоит отметить, что “эндоваскулярные технологии развиваются со скоростью, опережающей крупномасштабные исследования, оценивающие соответствующие клинические результаты” (44). L.A. Topfer и C. Spry (45) обсудили развивающуюся технологию литопластики, при которой БАП сочетается с использованием ультразвуковых волн для разрушения ригидных атеросклеротических бляшек. В исследовании DISRUPT PAD (46) 94 пациентам была проведена литопластика, а целевой показатель проходимости составил 91,6%. Отсутствие рестеноза составило 96,8%.

Кроме того, на сегодняшний день изучается использование высокоскоростной ротационной атерэктомии при кальцифицированных поражениях ПБА. K. Fukuda и Y. Yokoi (47) провели исследование для анализа использования этой методики для лечения пациентов с выраженным кальцинозом в области дистальнее шунта ПБА. В исследова-

нии упоминалось использование ротаблатора. Ротаблатор – это недавно разработанное устройство для атерэктомии, которое позволяет осуществлять вмешательства у пациентов с ригидными атеросклеротическими бляшками. Однако существует вероятность перфорации сосудов и дистальной эмболизации. Вышеупомянутые исследования продолжаются и нужны дополнительные исследования, чтобы доказать его преимущества.

List of abbreviations

AIS – aorto-iliac segment
 GSV – great saphenous vein
 FPS – femoropopliteal segment
 BES – balloon-expandable stent
 CLI – critical lower limb ischemia
 PAD – peripheral artery disease
 ABI – ankle-brachial index
 SFA – superficial femoral artery
 PTFE – polytetrafluorethylene prosthesis
 SES – self-expanding stent
 CLTI – chronic limb-threatening ischemia
 SB – surgical bypass
 EVT – endovascular treatment

Introduction

When choosing between open and endovascular approaches, a wide range of factors are considered including the nature of the lesion, risks of general anesthesia, severity of comorbidities, intervention duration, degree of blood loss, anatomic features, previous failed interventions, and other factors. Aorto-iliac segment lesions are well suited for endovascular interventions, but some situations require open revascularization, such as a concomitant aneurysmal dilatation of aorta, previous failed interventions, or occlusion at the aortic bifurcation level. In femoropopliteal lesions technical success may almost always be achieved with endovascular techniques, but we should consider known specific factors such as lesion length, vessel diameter, etc. The choice of revascularization method is even more difficult in multi-level lesions involving the tibial arteries, especially in patients with concomitant diabetes. In present-day practice, vascular surgeons and interventionists should be familiar with all approaches in order to reach optimal treatment outcomes.

Выбор тактики лечения ЗПА должен согласовываться как с современными рекомендациями, так и возможностями конкретной клиники. Опираясь на опыт, “сосудистая команда”, состоящая из рентгенохирургической службы, сосудистых хирургов и анестезиологов, определит оптимальный подход к каждому пациенту, ориентируясь как на сосудистую анатомию, кумулятивную коморбидность и анестезиологический риск, так и на опыт стационара в лечении данной патологии.

Open surgery

Endarterectomy

Endarterectomy is the direct removal of atherosclerotic plaque from an artery and most efficiently used for focal lesions of large-caliber vessels, especially at the bifurcation level (e.g., carotid, aorto-iliac, common femoral arteries). The advantage of endarterectomy is its autogenous nature without the need for a conduit. The surgery limitations are related to the extent of the plaque, poor control of the distal segment of the intima, thrombogenicity of the result surface under low blood flow and subsequent intimal hyperplasia, which may lead to recurrent stricture formation.

The success of angioplasty and stenting of the AIS, especially in focal lesions, has largely put endarterectomy in this anatomic region out of practice. Nevertheless, femoral endarterectomy remains a commonly used and important procedure in PAD, which allows to achieve satisfactory revascularization of the common femoral artery basin and deep artery of thigh which is the key source of collateral circulation to the lower leg. The intervention may be performed as a single procedure or as part of a hybrid or open bypass surgery. Femoral endarterectomy is most commonly performed through a lateral arteriotomy with removal of the plaque and subsequent patch angioplasty using prosthetic or biological materials.

Bypass

Surgical bypass (SB) is a versatile and flexible tool that allows revascularization at different levels of vascular lesions. The main points of technical success are the creation of unobstructed inflow pathway and a high-quality and satisfactory receiving bed (vascular channel).

Modern methods of prosthesis production using collagen- or gelatin-impregnated lavsan or polytetrafluorethylene (PTFE) allow to get synthetic materials with minimal blood loss through the graft, excellent structural integrity, and the ability to integrate into native tissues. A randomized multicenter study of aorto-iliac reconstructive surgery comparing PTFE and Dacron prostheses showed no difference in 5-year patency depending on the type of shunt material (1). Currently, all commercially available prostheses have proven to be effective and safe in patients with aorto-iliac bypass. Limitations of prosthesis use may be associated with the possibility of infection, anastomosis pseudoaneurysms, and shunt thrombosis.

In contrast, smaller diameter prostheses, which are usually required for arterial bypass below the inguinal ligament (≤ 6 mm in diameter), are used in more challenging anatomic and hemodynamic conditions to ensure adequate patency. The alternative consists in the use of the great saphenous vein (GSV). Venous conduits were first used for reconstructive surgery in the 1940s by I. Dos Santos as a patch in endarterectomy procedure, and then by D. Kunlin (2) for peripheral bypass. In modern surgery, the GSV is the conduit of choice for medium- and small-diameter vessel bypass. Despite significant advances in materials science, small-diameter synthetic conduits have significant limitations, especially at anastomoses sites. The results of the open randomized BEST-CLI study comparing two main approaches to revascularization for critical lower limb ischemia in patients with arterial lesions below the inguinal ligament were reported at the AHA Scientific Sessions 2022 (3). The study included patients who were suitable from technical point of view for both open and endovascular interventions. The comparison was performed in two cohorts. In the first cohort, patients had the option of using the GSV as a graft. The second cohort included patients who couldn't use GSV due to structural or anatomical factors, so a synthetic graft was chosen. A total of 1830 patients were included in the study, with a median follow-up duration of 1.6 years. The study primary endpoint was a combination of amputation proximal to ankle / major repeated limb intervention (bypass, thrombectomy, thrombolysis) / death from any cause. In the cohort where GSV was used for bypass the incidence of primary endpoint was significantly lower in the bypass group compared to endovascular treatment group: 42.6% vs. 57.4%

(OR 0.68; 95% CI, 0.59-0.79; $p < 0.001$). In the second cohort where alternative conduits were used for bypass the differences in the incidence of the primary endpoint between groups did not reach statistical significance: 42.8% vs. 47.7% (OR 0.79; 95% CI, 0.58-1.06; $p = 0.12$).

Unfortunately, more than 40% of patients requiring revascularization will not have a suitable GSV (4). In this case, the contralateral GSV, the small saphenous vein and upper limb veins may be considered as an alternative.

Another alternative to GSV may be small-diameter synthetic prostheses. Several prospective studies have shown the short-term equivalence of synthetic prostheses and venous grafts for femoro-popliteal bypass, provided that there is a satisfactory receiving bed (vascular channel) (5, 6). Some authors have also reported acceptable patency of synthetic grafts when bypass was performed below the knee joint cleft (7). However, unlike venous shunts, the level of synthetic shunt distal anastomosis has a significant impact on durability. While the 5-year patency of prostheses above the popliteal artery is about 40–50%, at the tibial-peroneal level the 5-year patency decreases to 15–30% (7). In addition, there is a lifelong risk of intraprosthesis infection related to synthetic prostheses.

Endovascular approaches in the treatment of PAD

Advances in X-ray endovascular technology in recent years expanded the possibilities in the treatment of PAD. Also, innovative advances in preoperative arterial imaging allow to plan and perform the procedure at maximum efficiency and safety (8, 9).

Balloon angioplasty and stenting are the main technical approaches in minimally invasive revascularization. New technologies in endovascular surgery include drug-coated stents and balloons, additional devices for chronic occlusion passage, various devices for plaque removal, the use of drug-eluting balloons and stents, etc. However, the determining factor for treatment success is the level of damaged limb arteries, as well as the degree and extent of stenosis.

Endovascular treatment of the aorto-iliac segment

In short isolated lesions of the aorto-iliac segment (AIS) endovascular treatment (EVT) shows good results with patency more than 90% within 5 years and low risk of complica-

tions. However, there are currently no large randomized studies comparing the efficacy and safety of stenting and balloon angioplasty in this anatomical segment. The Dutch DIST registry demonstrated comparable clinical efficacy results for 9 parameters in a comparative study on the efficacy of stenting and balloon angioplasty in 279 patients (10). However, a significant disadvantage of the study was that the comparative groups lacked the patients with severe, calcified AIS lesions, which are increasingly common in clinical practice. Thus, meta-analysis of 958 patients of the British STAG study, with more severe atherosclerotic AIS lesions, showed higher long-term patency rates in patients with implanted balloon-expandable or self-expandable nitinol stents (11, 12).

Comparison of balloon-expandable stents (BES) and self-expandable stents (SES) efficacy in AIS was demonstrated in a multicenter randomized ICE study. Patients with occlusion of common or external iliac artery were assigned to groups in a 1:1 ratio depending on the type of implanted stent. The primary endpoint was restenosis in 12 months confirmed by duplex ultrasound. The use of SES compared with BES resulted in a significantly lower incidence of 12-month restenosis. The CRISP-US study showed equivalent results (13).

Restenosis remains a major limitation of aorto-iliac stenting, although it is much less common comparing to interventions performed on segments below the inguinal ligament. It is thought that PTFE- or dacron-coated stents prevent restenosis by creating a mechanical barrier against neointima hyperplasia from adjacent vascular wall. However, the most studies have demonstrated a similar incidence restenosis within 12-month compared to uncovered stents (14, 15).

Endovascular treatment of the femoro-popliteal segment

According to the 2017 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of PAD, endovascular revascularization is preferred in patients with any variant of A-C types of femoro-popliteal segment (FPS) lesions according to TASC classification (class I recommendation, level C) (16). Primary stent implantation should be considered for short (i.e., < 25 cm) arterial lesions; however, in patients who have contraindications for open surgery EVT may be considered for extended (i.e., ≥ 25 cm) femoro-popliteal lesions (recommendation class IIa, level A) (16).

The superficial femoral artery (SFA), the longest artery with the fewest branches number which is fixed between the hip and knee joint, is the most frequent localization of atherosclerosis. Its distal segment crosses the adductor canal that further increases compression during hip contraction. Therefore, primary patency and clinical outcomes of endovascular revascularization for the treatment of SFA in this localization are highly dependent on repetitive mechanical stresses, which are thought to be associated with stent fracture, restenosis, and thrombosis. In addition, atherosclerotic lesions of SFA are often characterized by diffuse, severe calcinosis and a high incidence rate of total occlusion. All these factors lead to insufficient efficacy of balloon angioplasty (BA) and such conditions as elastic recoil, arterial dissection, and a high degree of residual stenosis.

Because of the pronounced deformation of the FPS during motion, balloon-expandable stents are rarely used for stenting of this segment. Therefore, when implanting a stent into the FPS clinicians give priority to self-expanding stents (SES). Currently, SESs are mainly made of nitinol, which allows the device to change its shape and recover after deformation. Also, nitinol stents, unlike BES, have more stable radial stiffness.

The use of drug-eluting stents has been studied in several studies in patients with FPA stenosis, but their advantages over metallic nitinol stents have not been proved (17). In the RESILIENT study, Laird et al. randomized 206 patients with atherosclerotic lesions of FPA for primary implantation of the LifeStent nitinol stent (Bard Peripheral Vascular, Inc., Tempe, Arizona, USA). Primary patency visualized by duplex ultrasound (US) after 12 months was 89%, and stent fracture was reported in 3.1% of cases (18).

In DURABILITY-I study, which included 151 patients with FPS lesions, primary revascularization using the Protégé EverFlex self-expanding nitinol stent was assessed (ev3 Inc., Plymouth, Minnesota, USA). The mean lesion length was 96 mm. Primary patency according to duplex US in one year was 72%. Stent fracture was noted in 8% of patients (19).

In the SUMMIT registry, EPIC self-expandable nitinol stent (Boston Scientific, Marlborough, Massachusetts, USA) was implanted in 100 patients with clinically significant atherosclerotic lesion of the FPS (20). The mean lesion length was 70 mm. 29% of patients had complete occlusion of the FPS, and 48% had moderate to severe calcification. Primary patency,

which was assessed by peak systolic velocity (PSV), was 85% in 12 months. The mean ABI increased from 0.73 to 0.96. No cases of stent fracture were reported.

A number of registration studies investigated the results of using Supera stents (Abbot Vascular Inc., Santa Clara, USA) in treatment of atherosclerotic lesions of FPS. SUPERB is the largest prospective multicenter study, which includes data on treatment of 325 patients with FPS lesions treated from July 2009 to 2011 in 34 U.S. medical centers (14). The mean length of the FPS lesions in the SUPERB study was 78 mm. A total of 28% of lesions in the study had moderate calcinosis and 45% had severe calcinosis. Primary patency in 1 year (no stenosis at PSV on duplex US) was 86.3%. The absence of need for repeat revascularization of the target lesion in 12 months was 89%, and the ankle-brachial index (ABI) increased from 0.7 to 0.92. At follow-up after 12 months, there was no evidence of stent deformation or fracture, and one patient (0.5%) had a stent fracture after 24 months. The rate of primary patency in 24 months was 84% (21). Another large single-center retrospective study Supera-500 provided the data of 492 patients with FPS lesions who underwent endovascular revascularization using Supera nitinol stent in period from 2007 to 2011. In the study group, 53% of patients had complete arterial occlusion and 47% had moderate or severe calcinosis. The mean lesion length was 126 mm. Primary patency was 83% in 12 months and 73% in 2 years. Among lesions longer than 150 mm, primary patency in 12 and 24 months was 81% and 62%, respectively. The mean ABI increased from 0.53 to 0.91, and the mean Rutherford-Becker grade decreased from 3.0 to 1.9. No stent fractures were reported during follow-up. Although the data on the use of Supera stents in atherosclerotic lesions of the FPS have a good performance, it should be noted that they are mainly used for lesions shorter than 100 mm. Long lesions (> 200 mm) are still associated with a relatively high restenosis rate.

Endovascular treatment of the popliteal-tibial segment

Atherosclerotic lesions of the popliteal-tibial segment (PTS) are often characterized by highly calcified diffuse stenoses or total occlusions. Poor distal outflow increases the risk of stent thrombosis, and distal embolization leads to a high risk of adverse outcomes and amputation.

Most authors believe that balloon angioplasty of tibial arterial lesions is the method of choice for patients with critical ischemia. Several clinical studies demonstrated that balloon angioplasty in tibial arteries may contribute to limb salvage in patients with CLI, with limb salvage rates as high as 75% in 12 months. A. Schmidt et al. reported a 95.6% limb salvage rate in 12 months in case of complicated PTS lesions (22). It is supposed that angioplasty using drug-coated balloons currently reduces the need for future reinterventions. Thus, a study on the use of a paclitaxel-coated balloon catheter IN.PACT (Medtronic) to treat 109 limbs with extended (>80 mm) popliteal lesions in 104 patients showed satisfactory 12-month rates of clinical improvement (91.2%), complete wound repair (74.2%), restenosis (17.3%), and limb salvage (95.6%) (23). However, the prospective multicenter randomized IN.PACT DEEP study involving 358 patients with CLI aimed to compare Amphirion drug-coated balloon (Medtronic) angioplasty and standard angioplasty was terminated early due to more extensive amputations in the drug-coated balloon catheter group (8.8% vs. 3.6%); $p = 0.80$ (24). These results led to the withdrawal of this platform from the market. In turn, the RANGER II SFA study investigating the Ranger paclitaxel-releasing balloon catheter (Boston Scientific, Marlborough, MA, USA) showed a 16.6% (CI 95%) advantage over standard balloon angioplasty in terms of 12-month primary patency (5.5-27.7%, $p = 0.0013$) with comparable safety profiles (25).

Use of drug-coated balloon catheters

The conflicting data from these studies call for further careful evaluation of the benefit and safety of this type of balloon.

The stenting of popliteal-tibial segment (PTS) can be accomplished with both drug-eluting coronary stents and bare-metal stents due to rather small arterial diameter. However, because of the diffuse nature of PTS lesion, popliteal stenting combined with poor outflow may increase the risk of stent thrombosis. In particular, the use of drug-eluting stents (DES) may further increase this risk due to problems associated with delayed re-endothelialization. In addition, suboptimal stent apposition or flow-limiting dissection because of severe calcified arterial lesions is quite common. Small single-center non-randomized studies demonstrated that the incidence of major amputations, surgical interventions, and target

lesion revascularization is lower in patients with CLI receiving DES. Thus, in DESTINY study, everolimus-eluting DES showed significantly higher primary patency (85% vs. 54%; $p = 0.0001$) in 12 months (26). However, the incidence of major amputations and fatal outcomes did not differ. The ACHILLES study, which included 200 CLI patients randomized into the sirolimus-releasing DES group and the angioplasty group showed that angiographic restenosis (22% vs. 42%; $p = 0.019$) and vessel patency (75% vs. 57%; $p = 0.025$) occurred significantly more often in the DES group. Similar results were reported in other studies (27, 28).

Thus, the use of DES appears to offer fewer repeat revascularizations and amputations compared to bare-metal stents, but the value of its routine use is less certain compared to balloon angioplasty.

Over the past 30 years, EVT has improved significantly in both technique and operator skills. Specialized devices became available, and the safety and success of the procedure have increased. However, many physicians are convinced that EVT is only appropriate for A and B lesions (by TASC classification) and that surgery should be used for C and D lesions (TASC). Nevertheless, when comparing surgical and endovascular interventions for B and C aortoiliac lesions, no differences in mortality or limb salvage in 5 years were revealed (29). In fact, the success rate of EVT in all anatomic regions is $> 95\%$, regardless of the severity of lesion according to the TASC (30). Another objection to the widespread use of EVT in PAD is the occurrence of restenosis, especially in post stenting period. Restricted or compromised outflow has been found to predict a higher failure rate of endovascular procedures (30). These findings were generally made before the introduction of adjuvant techniques, such as modern atherectomy, to prepare lesions for percutaneous angioplasty. As reduced blood flow has been shown to increase the restenosis rate, modern techniques such as orbital atherectomy, which maintain blood flow after EVT, may improve outcomes and level down significant limitations when considering EVT success (30, 31). Several studies have shown that percutaneous transluminal angioplasty is feasible, successful and safe procedure when combined with adjuvant atherectomy and stenting (29). An analysis of the 2019 XLPAD registry showed that adding atherectomy to EVT was associated with lower rates of target limb revascularization in 1 year (32). For arterial lesions above the

knee, multiple randomized controlled studies have shown no differences in 1- or 3-year mortality, amputation rates, or revascularization failures after surgery compared with angioplasty (29).

Hybrid interventions

Hybrid intervention (HI) is defined as the combination of open surgery and endovascular techniques in patients with multilevel arterial lesions. Practically, a typical example is the combined treatment of inflow vessels with endovascular revascularization and outflow vessels with open surgery. Most often it is thrombendarterectomy from the common femoral artery with stenting of the iliac artery. HI allows to achieve a result which is not achievable when using any of the methods alone. HI combines the best aspects of EVT and surgical bypass (SB) such as minimally invasive endovascular treatment and remote patency of arteries in SB. HI allows to: reduce blood loss; cut the duration of surgery; reduce the physical burden on the staff, reduce the risks of surgery and improve the outcome; and shorten the hospital stay. However, in terms of medical economics, hybrid surgery requires specialized operating rooms and investment in appropriate equipment.

Analysis of hybrid interventions has shown promising results. X. Dosluoglu et al. reported the results of their study comparing HI, SB, and EVT in 654 patients. The rates of cardiovascular complications and mortality after intervention in HI group (5.6 and 6.4%, respectively) were comparable to the open group (3.5 and 3.1%), but were significantly higher compared to the endovascular treatment group (1.1 and 1.1%) because of higher rate of risk factors in the HI and SB groups, and limb salvage rates in 12 and 36 months were comparable in all three groups (80 to 100%). Three-year primary and secondary patency and long-term survival were comparable in all three groups (33). Another study involving 1480 patients showed significant differences in favor of HI in PAD treatment in terms of duration of surgery ($p < 0.001$) and hospital stay ($p < 0.001$). HIs were also associated with lower resurgery rates ($p = 0.017$) and repeated hospitalizations ($p = 0.007$). However, both HI and SB groups did not differ in terms of death and major amputations incidence (34). T.T. Huynh and C.F. Bechara showed that hybrid procedures result in much lower morbidity and mortality rates comparing to surgical bypass, with comparatively high limb salvage rates (35). In turn, comparison of HI with endovascular

surgery revealed a higher cost of HI (36), which limits the predominance of HI in widespread practice in resource-limited hospitals.

At present, hybrid procedures, which use the advantages of EVT and invasive surgical methods for different vascular territories, became a routine practice with a sufficient recommendation base. For example, treatment of type C and D iliac-femoral artery lesions (according to TASCII) using open surgery correlates with significantly high morbidity and mortality, but the mid- and long-term results exceed those of EVT in this anatomical area. Thus, in the treatment of C/D iliac artery lesions (TASC), endovascular procedures are currently the first-line treatment in combination with endarterectomy from the CFA (37).

Conclusion

The recent years were marked by the increase of the percentage of interventional procedures in the range of treatment options used for PAD. To date, the indications for surgical treatment of lower limb ischemia are defined based on severity of symptoms, and hemodynamic data are used to confirm the diagnosis but not are the primary indication for surgery. There is a general consensus, that surgical treatment is indicated for relief of the CLI symptoms, including ischemic pain at rest, ischemic ulcers and gangrene (38). In contrast, intermittent claudication is considered only a relative indication for surgical treatment which is only possible after sufficient drug therapy and risk factor modification.

The results of treatment of lower limb ischemia are usually assessed by several parameters that have been reflected in the ESC/ESVS guidelines. These include surgical morbidity and mortality associated with treatment and surgical patency. Limb arteries patency is best defined hemodynamically as a sustained improvement of $ABI \leq 15\%$, as well as by other objective methods such as duplex scan. Patency is categorized into primary or secondary patency. Secondary patency is the result of restoration of blood flow via a thrombosed artery or shunt, primary assisted patency is a set of preventive measures before thrombosis occurs (38). Obviously, the comparison of different surgical interventions requires the use of primary patency indices. In addition to patency, lower limb surgical interventions are evaluated by calculating limb salvage defined as preservation of a limb without the need for amputation. However, a major limitation in com-

paring the efficacy of different treatments is the variability of studies. As pointed out by Antoniou et al. in their meta-analysis of femoro-popliteal segment treatment, EVT can range from balloon angioplasty or stenting with a bare-metal matrix stent in some studies to endovascular reconstruction using atheroectomy devices, balloons, and drug-eluting stents in other studies (39). Similarly, the presented studies showed a variation in open revascularization techniques, from the use of synthetic prostheses and venous shunts to femoral endarterectomy. One of the most recently published systematic reviews comparing evidence on bypass and EVT in patients with CLI covered nine cohort or randomized clinical trials, none of which included data from the last decade (39).

In addition, some studies have shown that the average length of hospital stay for endovascular patients was three days, and extended when revascularization was required (40). In comparison, Sajid et al. (41) demonstrated that patients who underwent endarterectomy required an average of 8.4 days of hospitalization due to wound-related complications. In this study, the postoperative complication rate was 24%, mainly due to the development of surgical-site infections, which required prolonged antibiotic therapy.

As for complications of EVT, M. Bosiers et al. (42) provided information on possible complications associated with stent fracture, which were observed in 4.2% of patients during the first year. However, no correlation between the frequency of stent fractures and the type of stent used was revealed. In addition, high restenosis rate remains an inarguable disadvantage of EVT in SFA occlusions (43). In contrast to the coronary circulation, lower limb arteries include long segments and multiple sites with limited blood velocity that predispose to the restenosis development.

We also note that “endovascular technologies are evolving at a rate that outpaces large-scale studies evaluating relevant clinical outcomes” (44). L.A. Topfer et al. (45) discussed a developing lithoplasty technique that combines balloon angioplasty with the use of ultrasound waves to destroy fibrous atherosclerotic plaques. In the DISRUPT PAD study (46), 94 patients underwent lithoplasty and the target patency rate was 91.6%. The absence of restenosis rate was 96.8%.

In addition, the use of high-speed rotational atherectomy (HSRA) in calcified SFA lesions is being studied. Fukuda K. et al. (47) performed

a study to analyze the use of this technique for the treatment of patients with significant calcification in the area distal to the SFA shunt. The study mentioned the use of a rotablator. The rotablator is a recently developed atherectomy device which allows intervention in patients with fibrous atherosclerotic plaques. However, there is a possibility of vessel perforation and distal embolization. The abovementioned studies are ongoing and need more research to prove the benefits of this new device.

The choice of treatment tactics for PAD should be consistent with both current recommendations and the capabilities of a particular clinic. Based on experience, the vascular team including endovascular surgeons, vascular surgeons and anesthesiologists is needed to determine the suitable approach to each patient, focusing on vascular anatomy, cumulative comorbidity, anesthetic risk and hospital experience in treatment of this pathology.

Список литературы [References]

1. Prager M., Polterauer P., Bohmig H.J. et al. Collagen versus gelatin-coated Dacron versus stretch polytetrafluoroethylene in abdominal aortic bifurcation graft surgery: results of a seven-year prospective, randomized multicenter trial. *Surgery*. 2001, 130, 408–414. <https://doi.org/10.1067/msy.2001.115904>
2. Leriche R., Kunlin J. Possibility of a large vein graft (15 to 47 cm) in extensive arterial thrombosis. *Lyon Chir.* 1949, 44, 13. PMID: 18110301
3. Mills J.L. Sr. BEST-CLI trial on the homestretch. *J. Vasc. Surg.* 2019, 69 (2), 313–314. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.08.156>
4. Taylor L.M. Jr., Edwards J.M., Brant B. et al. Autogenous reversed vein bypass for lower extremity ischemia in patients with absent or inadequate greater saphenous vein. *Am. J. Surg.* 1987, 153 (5), 505–510. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(87\)90803-8](https://doi.org/10.1016/0002-9610(87)90803-8)
5. Klinkert P., Schepers A., Burger D.H. et al. Vein versus polytetrafluoroethylene in above-knee femoropopliteal bypass grafting: five-year results of a randomized controlled trial. *J. Vasc. Surg.* 2003, 37, 149–155. <https://doi.org/10.1067/mva.2002.86>
6. AbuRahma A.F., Robinson P.A., Holt S.M. Prospective controlled study of polytetrafluoroethylene versus saphenous vein in claudicant patients with bilateral above knee femoropopliteal bypasses. *Surgery*. 1999, 126, 594–601. Discussion: 601. PMID: 10520903
7. Faries P.L., Logerfo F.W., Arora S. et al. A comparative study of alternative conduits for lower extremity revascularization: all-autogenous conduit versus prosthetic grafts. *J. Vasc. Surg.* 2000, 32 (6), 1080–1090. <https://doi.org/10.1067/mva.2000.111279>
8. Khilchuk A., Vlasenko S., Muradyan M. et al. CT-fusion-guided endovascular repair of iatrogenic common iliac artery aneurysm: A case report. *Radiol. Case Rep.* 2019, 14 (11), 1394–1400. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2019.09.007>
9. Goudekettig S.R., Heinen S.G., van den Heuvel D.A. et al. The use of 3D image fusion for percutaneous transluminal angioplasty and stenting of iliac artery obstructions: validation of the technique and systematic review of literature. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2018, 59 (1), 26–36. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.17.10224-7>
10. Klein W.M., van der Graaf Y., Seegers J. et al. Dutch iliac stent trial: long-term results in patients randomized for primary or selective stent placement. *Radiology*. 2006, 238 (2), 734–744. <https://doi.org/10.1148/radiol.2382041053>
11. Laird J.R., Katzen B.T., Scheinert D. et al. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: Twelve-month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ.: Cardiovas. Interv.* 2010, 3, 267–276. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468>
12. Jongsma H., Bekken J., Ayez N. et al. Angioplasty versus stenting for iliac artery lesions. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2020, 12 (12), CD007561. Published 2020 Dec 1. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007561.pub3>
13. Laird J.R., Jain A., Zeller T. et al. Nitinol stent implantation in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: Twelve-month results from the complete SE multicenter trial. *J. Endovasc. Ther.* 2014, 21 (2), 202–212. <https://doi.org/10.1583/13-4548R.1>
14. Supera Peripheral Stent System. Available at http://www.abbotvascular.com/static/cms_workspace/pdf/ifu/peripheral_intervention/elfu_Supera.pdf [Accessed: September 23, 2014]
15. Hu W., Jiang J. Hypersensitivity and in-stent restenosis in coronary stent materials. *Front Bioeng. Biotechnol.* 2022, 10, 1003322. Published 2022 Sep 15. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1003322>
16. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L. et al.; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. Heart J.* 2018, 39 (9), 763–816. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx095>
17. Duda S.H., Bosiers M., Lammer J. et al. Drug-eluting and bare nitinol stents for the treatment of atherosclerotic lesions in the superficial femoral artery: long-term results from the SIROCCO trial. *J. Endovasc. Ther.* 2006, 13 (6), 701–710. <https://doi.org/10.1583/05-1704.1>

18. Laird J.R., Katzen B.T., Scheinert D. et al; RESILIENT Investigators. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-month results from the RESILIENT randomized trial. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2010, 3 (3), 267–276. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468>
19. Bosiers M., Torsello G., Gissler H.M. et al. Nitinol stent implantation in long superficial femoral artery lesions: 12-month results of the DURABILITY I study. *J. Endovasc. Ther.* 2009, 16 (3), 261–269. <https://doi.org/10.1583/08-2676.1>
20. Werner M., Piorkowski M., Thieme M. et al. SUMMIT registry: one-year outcomes after implantation of the EPIC self expanding nitinol stent in the femoropopliteal segment. *J. Endovasc. Ther.* 2013, 20 (6), 759–766. <https://doi.org/10.1583/13-4430R.1>
21. Garcia L.A., Rosenfield K.R., Metzger C.D. et al.; SUPERB investigators. SUPERB final 3-year outcomes using interwoven nitinol biomimetic supra stent. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2017, 89 (7), 1259–1267. <https://doi.org/10.1002/ccd.27058>
22. Schmidt A., Ulrich M., Winkler B. et al. Angiographic patency and clinical outcome after balloon-angioplasty for extensive infrapopliteal arterial disease. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010, 76 (7), 1047–1054. <https://doi.org/10.1002/ccd.22658>
23. Schmidt A., Piorkowski M., Werner M. et al. First experience with drug-eluting balloons in infrapopliteal arteries: restenosis rate and clinical outcome. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011, 58 (11), 1105–1109. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.05.034>
24. Zeller T., Micari A., Scheinert D. et al.; IN.PACT DEEP Trial Investigators. The IN.PACT DEEP Clinical Drug-Coated Balloon Trial: 5-Year Outcomes. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2020, 13 (4), 431–443. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.10.059>
25. Sachar R., Soga Y., Ansari M.M. et al.; RANGER II SFA Investigators. 1-Year Results From the RANGER II SFA Randomized Trial of the Ranger Drug-Coated Balloon. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021, 14 (10), 1123–1133. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2021.03.021>
26. Bosiers M., Scheinert D., Peeters P. et al. Randomized comparison of everolimus-eluting versus bare-metal stents in patients with critical limb ischemia and infrapopliteal arterial occlusive disease. *J. Vasc. Surg.* 2012, 55 (2), 390–398. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.07.099>
27. Rand T., Lammer J., Rabbia C. et al. Percutaneous transluminal angioplasty versus turbostatic carbon-coated stents in infrapopliteal arteries: InPeria II trial. *Radiology.* 2011, 261 (2), 634–642. <https://doi.org/10.1148/radiol.11101357>
28. Randon C., Jacobs B., De Ryck F., Vermassen F. Angioplasty or primary stenting for infrapopliteal lesions: results of a prospective randomized trial. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2010, 33, 260–269. <https://doi.org/10.1007/s00270-009-9765-6>
29. Allaqaband S., Kirvaitis R., Jan F., Bajwa T. Endovascular treatment of peripheral vascular disease. *Curr. Probl. Cardiol.* 2009, 34 (9), 359–476. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2009.05.001>
30. Malyar N.M., Reinecke H., Freisinger E. Restenosis after endovascular revascularization in peripheral artery disease. *Vasa.* 2015, 44(4), 257–270. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000440>
31. Lee M., Généreux P., Shlofmitz R. et al. Orbital atherectomy for treating de novo, severely calcified coronary lesions: 3-year results of the pivotal ORBIT II trial. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2017, 18 (4), 261–264. <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2017.01.011>
32. Khalili H., Jeon-Slaughter H., Armstrong E.J. et al. Atherectomy in below-the-knee endovascular interventions: One-year outcomes from the XLPAD registry. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2019, 93 (3), 488–493. <https://doi.org/10.1002/ccd.27897>
33. Dosluoglu H.H., Lall P., Cherr G.S. et al. Role of simple and complex hybrid revascularization procedures for symptomatic lower extremity occlusive disease. *J. Vasc. Surg.* 2010, 51 (6), 1425–1435.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.01.092>
34. Jorshery S.D., Skrip L., Sarac T., Chaar C.I.O. Hybrid femoropopliteal procedures are associated with improved perioperative outcomes compared with bypass. *J. Vasc. Surg.* 2018, 68 (5), 1447–1454.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.01.058>
35. Huynh T.T., Bechara C.F. Hybrid interventions in limb salvage. *Methodist Debaquey Cardiovasc. J.* 2013, 9 (2), 90–94. <https://doi.org/10.14797/mdcj-9-2-90>
36. Decker J.A., Helmer M., Bette S. et al. Comparison and Trends of Endovascular, Surgical and Hybrid Revascularizations and the Influence of Comorbidity in 1 Million Hospitalizations Due to Peripheral Artery Disease in Germany Between 2009 and 2018. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2022, 45, 1472–1482. <https://doi.org/10.1007/s00270-022-03136-9>
37. Patel S.D., Donati T., Zayed H. Hybrid revascularization of complex multilevel disease: a paradigm shift in critical limb ischemia treatment. *J. Cardiovasc. Surg.* 2014, 55 (5), 613–623. PMID: 24941240
38. Yuksel A., Velioglu Y., Cayir M.C. et al. Current Status of Arterial Revascularization for the Treatment of Critical Limb Ischemia in Infrainguinal Atherosclerotic Disease. *Int. J. Angiol.* 2018, 27 (3), 132–137. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1620242>
39. Antoniou G.A., Chalmers N., Georgiadis G.S. et al. A meta-analysis of endovascular versus surgical reconstruction of femoropopliteal arterial disease. *J. Vasc. Surg.* 2013, 57 (1), 242–253. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.07.038>
40. Thukkani A.K., Kinlay S. Endovascular intervention for peripheral artery disease. *Circ. Res.* 2015, 116 (9), 1599–1613. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.303503>
41. Sajid M.S., Desai M., Rimpel J. et al. Functional outcome after femoral endarterectomy: A single-centre experience. *Int. J. Angiol.* 2008, 17 (1), 33–36. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1278277>
42. Bosiers M., Deloose K., Callaert J. et al. 4-French-compatible endovascular material is safe and effective in the treatment of femoropopliteal occlusive disease: Results of the 4-EVER trial. *J. Endovasc. Ther.* 2013, 20 (6), 746–756. <https://doi.org/10.1583/13-4437MR.1>
43. Litsky J., Chanda A., Stilp E. et al. Critical evaluation of stents in the peripheral arterial disease of the superficial femoral artery – Focus on paclitaxel eluting stent. *Med. Devices Auckl.* 2014, 7, 149–156. <https://doi.org/10.2147/MDER.S45472>

44. Abu Dabrh A.M., Steffen M.W., Asi N. et al. Bypass surgery versus endovascular interventions in severe or critical limb ischemia. *J. Vasc. Surg.* 2016, 63 (1), 244–253. e11. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.07.068>
45. Topfer L.A., Spry C. New Technologies for the Treatment of Peripheral Artery Disease. 2018 Apr 1. In: CADTH Issues in Emerging Health Technologies. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016–2021. 172. PMID: 30148583
46. Brodmann M., Werner M., Brinton T.J. et al. Safety and Performance of Lithoplasty for Treatment of Calcified Peripheral Artery Lesions. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017, 70, 908–910. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.06.022>
47. Fukuda K., Yokoi Y. Application of rotational atherectomy for a calcified superficial femoral artery lesion. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2015, 30 (4), 351–355. <https://doi.org/10.1007/s12928-014-0300-6>

Сведения об авторах [Authors info]

Агарков Максим Васильевич – заведующий отделением рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ГБУЗ Калининградской области “Гусевская центральная районная больница”, г. Гусев, Калининградская обл.;

научный сотрудник лаборатории возрастной патологии сердечно-сосудистой системы АНО НИЦ “Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-6304-2553>

Лазакovich Дмитрий Николаевич – врач рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения СПб ГБУЗ “Городская больница №40” Санкт-Петербурга; ассистент кафедры последипломного образования медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-8622-9054>. E-mail: dim.lazackovich@yandex.ru

Козлов Кирилл Ленарович – доктор мед. наук, профессор кафедры хирургии усовершенствования врачей № 1 им. П.А. Куприянова; заведующий лабораторией патологической физиологии сердечно-сосудистой системы АНО НИЦ Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-7257-5768>. E-mail: kozlov_kl@mail.ru

Герцог Ольга Богдановна – главный врач ГБУЗ Калининградской области “Гусевская центральная районная больница”, г. Гусев, Калининградская обл. E-mail: kvfd@mail.ru

Любивый Евгений Дмитриевич – доктор мед. наук, профессор ФГАОУ ВО “Балтийский федеральный университет им. И. Канта”, Калининград. <https://orcid.org/0000-0001-9215-715X>. E-mail: lubiviy@mail.ru

* **Адрес для переписки:** Агарков Максим Васильевич – e-mail: dr.agarkovmv@gmail.com

Maksim V. Agarkov – Chief of Department of Interventional Radiology, Gusev Central District Hospital, Kaliningradskaya obl.; Researcher at the laboratory of age-related pathology of the cardiovascular system St.Petersburg Institute of Bioregulation and gerontology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-6304-2553>

Dmitrii N. Lazakovich – Interventional radiologist, Department of Interventional Radiology, City Hospital № 40, Saint-Petersburg; assistant of the Department of Postgraduate Education, Faculty of Medicine, St. Petersburg State University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-8622-9054>. E-mail: dim.lazakovich@yandex.ru

Kirill L Kozlov – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the P.A. Kupriyanov Department of Surgery of Advanced Medical Education No. 1 Kirov Military Medical Academy of Ministry of Defence of the Russian Federation; Chief Laboratory of Pathological Physiology of the Cardiovascular System St. Petersburg Institute of Bioregulation and gerontology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-7257-5768>. E-mail: kozlov_kl@mail.ru

Olga B. Gertsog – Chief Physician, Gusev Central District Hospital, Kaliningradskaya obl. E-mail: kvfd@mail.ru

Evgeniy D. Lubiviy – Doct. of Sci. (Med.), Professor of Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningradskaya obl. <https://orcid.org/0000-0001-9215-715X>. E-mail: lubiviy@mail.ru

* **Address for correspondence:** Maksim V. Agarkov – e-mail: dr.agarkovmv@gmail.com

Статья получена 29 июня 2023 г.
Manuscript received on June 29, 2023.

Принята в печать 15 декабря 2023 г.
Accepted for publication on December 15, 2023.



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ на
**«Международный журнал
интервенционной
кардиоангиологии»**



«Международный журнал интервенционной кардиоангиологии» включен ВАК РФ в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по специальностям:

- 3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки),
- 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки),
- 3.1.20. Кардиология (медицинские науки),
- 3.1.20. Кардиология (биологические науки),
- 3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки).

Приглашаем читателей и авторов к сотрудничеству.

Статьи следует отправлять по адресу:

101000, Москва, Сверчков пер., д.5,
Международный журнал интервенционной кардиоангиологии
E-mail: **davidgi@mail.ru**
elenita712@gmail.com

Подробная информация: **<http://ijic.ru/>**
<https://www.rnoik.ru/>