

Международный
журнал
интервенционной
кардиоангиологии

International Journal
of Interventional
Cardioangiology

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

№83
2025

Читайте в номере:

Посттравматическая
артериовенозная фистула
и псевдоаневризма
коронарной артерии:
нераспознанное осложнение
огнестрельного ранения сердца

Р.М. Шабает, А.В. Иванов, В.А. Иванов,
А.Н. Лишук, М.И. Ахиев, П.М. Староконь

Read in this issue:

Post-traumatic arteriovenous
fistula and coronary artery
pseudoaneurysm:
an unrecognized complication
of penetrating cardiac injury

R.M. Shabaev, A.V. Ivanov, V.A. Ivanov,
A.N. Lishuk, M.I. Akhiev, P.M. Starokon



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ КАРДИОАНГИОЛОГИИ

№ 83-2025

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)
Л.С. Коков (Москва) – председатель РНОИК
С.П. Семитко (Москва)

Члены редколлегии

А.В. Азаров (Москва) В.В. Кучеров (Обнинск)
Д.А. Асадов (Москва) Ю.В. Суворова (Санкт-
Д.Г. Громов (Москва) Петербург)
В.В. Демин (Оренбург) Н.В. Церетели (Москва)
А.Г. Колединский (Москва)

Редакционный совет

М.М. Алшибая (Москва) С.-Дж. Парк (Сеул,
Ю.В. Белов (Москва) Республика Корея)
И.Н. Бузаев (Уфа) Ш. Сайто (Камакура, Япония)
А. Ваханян. (Париж, Франция) А.Н Самко (Москва)
Ж.-Ш. Верне (Бордо, Франция) Т.С. Сандодзе (Москва)
С.Л. Грайнс (Нью-Йорк, США) П. Серраюс (Роттердам,
К.В. Гюльмисарян (Москва) Нидерланды)
Е.А. Дегтярева (Москва) В.К. Сухов (Санкт-Петербург)
Э.Н. ДеМария (Сан-Диего, О.Е. Сухоруков (Москва)
США) А.Ю. Терегулов (Казань)
С.Б. Кинг (Атланта, США) Л.С. Уанн (Милуоки, США)
Я. Ковач (Лейстер, Ж. Фажаде (Тулуза, Франция)
Великобритания) Е.В. Чеботарь (Нижний
А. Коломбо (Милан, Италия) Новгород)
В.В. Майсков (Москва) И.Е. Чернышева (Москва)
С. Мета (Майами, США) Б.Е. Шахов (Нижний Новгород)
М.К. Морис (Париж, Франция) В.Н. Шиповский (Москва)
А.М. Носачев (Москва) Е.А. Шлойдо (Санкт-Петербург)
С.А. Папоян (Москва) А. Эрглис (Рига, Латвия)

Ответственный секретарь

Е.Д. Богатыренко (Москва)

ISSN 1727-818X



9 771727 818001

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 (категория К3)

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTERVENTIONAL CARDIOANGIOLOGY

№ 83-2025

**“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 Guiguineishvili,
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)
L.S. Kokov (Moscow) – President of RSICA
S.P. Semitko (Moscow)

Members of the Editorial Board

A.V. Azarov (Moscow)	A.G. Koledinsky (Moscow)
D.A. Asadov (Moscow)	V.V. Kuchero (Obninsk)
D.G. Gromov (Moscow)	Yu.V. Suvorova (St. Petersburg)
V.V. Demin (Orenburg)	N.V. Tsereteli (Moscow)

Editorial Council

M.M. Alshibaya (Moscow)	S.J. Park (Seoul, Republic of Korea)
Y.V. Belov (Moscow)	S. Saito (Kamakura, Japan)
I.N. Buzaev (Ufa)	A.N. Samko. (Moscow)
A. Vahanian (Paris, France)	T.S. Sandodze (Moscow)
J.-Ch. Vernhet (Bordeaux, France)	P.Serruys (Rotterdam, the Netherlands)
S.L. Grines (New York, USA)	V.K. Sukhov (St. Petersburg)
K.V. Guilmsarian (Mocow)	O.E. Sukhorukov (Moscow)
E.A. Degtiyareva (Moscow)	A.Yu. Teregulov (Kazan)
A.N. DeMaria (San Diego, USA)	L.S. Wann (Milwaukee, USA)
S.B. King III (Atlanta, USA)	J. Fajadet (Toulouse, France)
J. Kovac (Leicester, Great Britain)	E.V. Chebotar (Nijny Novgorod)
A. Colombo (Milan, Italy)	I.E. Chernysheva (Moscow)
V.V. Maysko (Moscow)	B.E. Shakohv (Nijny Novgorod)
S. Mehta (Miami, USA)	V.N. Shipovsky (Moscow)
M.-C. Morice (Paris, France)	E.A. Shloydo (St. Petersburg)
A.M. Nosachev (Moscow)	A. Erglis (Riga, Latvia)
S.A. Papoyan (Moscow)	

Executive Editor

E.D. Bogatyrenko

ISSN 1727-818X



9 771727 818001

The Journal is included in the “List of leading peer-reviewed editions, recommended for publication of Candidate’s and Doctor’s degree theses main results” approved by Higher Attestation Commission (VAK) RF (category K3)

Правление Российского научного общества интервенционных кардиоангиологов

Председатель РНОИК

Коков Л.С. (Москва)

Бюро правления РНОИК

Бабунашвили А.М. (Москва) –
заместитель председателя
Волков С.В. (Москва) –
заместитель председателя
Громов Д.Г. (Москва)
Демин В.В. (Оренбург) –
заместитель председателя
Ерошкин И.А. (Москва)
Жолковский А.В. (Ростов-на-Дону) –
заместитель председателя
Иоселиани Д.Г. (Москва) –
заместитель председателя
Кислухин Т.В. (Самара)
Кучеров В.В. (Москва) –
заместитель председателя
Папоян С.А. (Москва)
Сандодзе Т.С. (Москва)
Семитко С.П. (Москва)
Суворова Ю.В. (Санкт-Петербург)
Терегулов А.Ю. (Казань)
Чеботарь Е.В. (Нижний Новгород)
Шлойдо Е.А. (Санкт-Петербург)

Члены правления РНОИК

Агарков М.В. (Калининград)
Азаров А.В. (Москва)
Араблинский А.В. (Москва)
Ардеев В.Н. (Всеволожск)
Асадов Д.А. (Москва)
Бирюков С.А. (Рязань)
Боломатов Н.В. (Курск)
Бузаев И.В. (Уфа)
Володюхин М.Ю. (Казань)
Гегенава Б.Б. (Жуковский)

Грачев Н.И. (Владивосток)
Дубаев А.А. (Махачкала)
Зубарев Д.Д. (Санкт-Петербург)
Иванов А.В. (Красногорск)
Иванов В.А. (Красногорск) –
почетный член
Кан П.Б. (Сургут)
Каракулов О.Г. (Пермь)
Козлов С.В. (Екатеринбург)
Колединский А.Г. (Москва)
Коротких А.В. (Благовещенск)
Кочергин Н.А. (Кемерово)
Кретов Е.И. (Новосибирск)
Ларионов А.А. (Пятигорск)
Майсков В.В. (Москва)
Матчин Ю.Г. (Москва)
Миронков А.Б. (Москва)
Миронков Б.Л. (Москва) – почетный член
Мовсесянц М.Ю. (Москва)
Моносов Д.Л. (Санкт-Петербург)
Осиев А.Г. (Москва)
Павлов П.И. (Ханты-Мансийск)
Пекарский С.Е. (Томск)
Платонов С.А. (Санкт-Петербург)
Плеханов В.Г. (Иваново)
Поляков К.В. (Хабаровск)
Созыкин А.В. (Москва)
Самко А.Н. (Москва) – почетный член
Сонькин И.Н. (Санкт-Петербург)
Сухоруков О.Е. (Москва)
Фролов А.А. (Нижний Новгород)
Шалыгин К.В. (Новосибирск)
Шарабрин Е.Г. (Нижний Новгород)
Шахов Б.Е. (Нижний Новгород) –
почетный член
Шиповский В.Н. (Москва)
Шубин А.Ю. (Йошкар-Ола)
Шугушев З.Х. (Москва)

Ответственный секретарь РНОИК – Богатыренко Е.Д.

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 of RSICA

Kokov L.S. (Moscow)

Bureau of the Board of RSICA

Babunasvili A.M. (Moscow) –
Vice-President

Volkov S.V. (Moscow) –
Vice-President

Gromov D.G. (Moscow)

Demin V.V. (Orenburg) –
Vice-President

Eroshkin I.A. (Moscow)

Zholkovsky A.V. (Rostov-on-Don) –
Vice-President

Iosseliani D.G. (Moscow) –
Vice-President

Kislukhin T.V. (Samara)

Kuchеров V.V. (Moscow) –
Vice-President

Papoyan S.A. (Moscow)

Sandodze T.S. (Moscow)

Semitko S.P. (Moscow)

Suvorova Yu.V. (St. Petersburg)

Tregulov A.Yu. (Kazan)

Chebotar E.V. (Nijny Novgorod)

Shloydo E.A. (St. Petersburg)

Members of the Board of RSICA

Agarkov M.V. (Kaliningrad)

Azarov A.V. (Moscow)

Arablinsky A.V. (Moscow)

Ardeev V.N. (Всеволожск)

Asadov D.A. (Moscow)

Biriukov S.A. (Riazan)

Bolomatov N.V. (Kursk)

Buzaev I.V. (Ufa)

Volodiukhin M.Yu. (Kazan)

Gueguenava B.B. (Zhukovsky)

Grachev N.I. (Vladivostok)

Dubaev A.A. (Makhachkala)

Zubarev D.D. (St. Petersburg)

Ivanov A.V. (Krasnogorsk)

Ivanov V.A. (Krasnogorsk) –

Honorary Member

Kan P.B. (Surgut)

Karakulov O.G. (Perm)

Kozlov S.V. (Yekaterinburg)

Koledinsky A.G. (Moscow)

Korotkikh A.V. (Blagoveshchensk)

Kocherguin N.A. (Kemerovo)

Kretov E.I. (Novosibirsk)

Larionov A.A. (Piatigorsk)

Mayskov V.V. (Moscow)

Matchin Yu.G. (Moscow)

Mironkov A.B. (Moscow)

Mironkov B.L. (Moscow) –

Honorary Member

Movsesiantz M.Yu. (Moscow)

Monosov D.L. (St. Petersburg)

Osiev A.G. (Moscow)

Pavlov P.I. (Khanty-Mansisk)

Pekarsky S.E. (Tomsk)

Platonov S.A. (St. Petersburg)

Plekhanov V.G. (Ivanovo)

Poliakov K.V. (Khabarovsk)

Sozykin A.V. (Moscow)

Samko A.N. (Moscow) –

Honorary Member

Sonkin I.N. (St. Petersburg)

Sukhorukov O.E. (Moscow)

Frolov A.A. (Nijny Novgorod)

Shalyguin K.V. (Novosibirsk)

Sharabrin E.G. (Nijny Novgorod)

Shakhov B.E. (Nijny Novgorod) –

Honorary Member

Shipovsky V.N. (Moscow)

Shubin A.Yu. (Yioshkar-Ola)

Shugushev Z.Kh. (Moscow)

**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, 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

РЕНТГЕНЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

Веногенная эректильная дисфункция:

роль компьютерно-томографической фармакокавернозографии

К.В. Гюльмисарян, С.П. Семитко, А.Г. Колединский,

Д.А. Асадов, В.В. Фоменко, Д.Г. Иоселиани 9

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ

Непосредственные клиничко-ангиографические результаты механической реканализации и стентирования хронических окклюзий коронарных артерий у пациентов с ХИБС

П.Я. Скворан, А.М. Бабунашвили, А.С. Журавлев,

С.П. Семитко, Н.В. Церетели, Д.Г. Иоселиани 25

РАЗНОЕ

Посттравматическая артериовенозная фистула и псевдоаневризма коронарной артерии: нераспознанное осложнение огнестрельного ранения сердца

Р.М. Шаббаев, А.В. Иванов, В.А. Иванов, А.Н. Лищук, М.И. Ахиев, П.М. Староконь 39

Реализация репродуктивной функции после эмболизации маточных артерий по поводу интрамурально-субмукозной лейомиомы с обильными меноррагиями и с тяжелой анемией

А.А. Дубаев, Г.Р. Аскерханов, Э.Р. Аскерханова, С.М. Гасангусейнова,

Н.А. Абусуева, М.Н. Садыки, А.А. Магомедова 61

КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Успешная эндоваскулярная эмболизация посттравматической артериокавернозной мальформации (клиническое наблюдение)

Д.А. Асадов, С.П. Семитко, Л.М. Рапопорт,

К.В. Гюльмисарян, В.В. Фоменко, Д.Г. Иоселиани 67

НЕКРОЛОГ

Памяти Михаила Дурмишхановича Алшибая 81

Памяти Алексея Александровича Филатова 83

CONTENTS

ENDOVASCULAR DIAGNOSIS AND TREATMENT

- Venogenic erectile dysfunction: the role of computed tomography pharmaco-cavernosography
*K.V. Guilmisarian, S.P. Semitko, A.G. Koledinsky,
D.A. Asadov, V.V. Fomenko, D.G. Iosseliani* 9

INTERVENTIONAL CARDIOLOGY

- Immediate clinical and angiographic outcomes of mechanical recanalization
and stenting of chronic coronary occlusions in patients with chronic coronary heart disease
*P.Ya. Skovran, A.M. Babunashvili, A.S. Zhuravlev,
S.P. Semitko, N.V. Tsereteli, D.G. Ioseliani* 25

MISCELLANEOUS

- Post-traumatic arteriovenous fistula and coronary artery pseudoaneurysm:
an unrecognized complication of penetrating cardiac injury
R.M. Shabaev, A.V. Ivanov, V.A. Ivanov, A.N. Lishuk, M.I. Akhiev, P.M. Starokon 39
- Realization of reproductive function after uterine artery embolization for intramural-submucosal
leiomyoma associated with heavy menorrhagia and severe anemia
*A.A. Dubaev, G.R. Askerkhanov, E.R. Askerkhanova,
S.M. Gasanguseynova, N.A. Abusueva, M.N. Sadyki, A.A. Magomedova* 61

CLINICAL CASES

- Successful endovascular embolization of the posttraumatic
arteriocavernosal malformation (Clinical case)
*D.A. Asadov, S.P. Semitko, L.M. Rapoport,
K.V. Gyl'misaruyan, V.V. Fomenko, D.G. Iosseliani* 67

IN MEMORIAM

- A tribute to Mikhail Alshibaya 81
- A tribute to Alexey Filatov 83

ISSN 1727-818X (Print); ISSN 2587-6198 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-9>

Веногенная эректильная дисфункция: роль компьютерно-томографической фармакокавернозографии

К.В. Гюльмисарян^{1*}, С.П. Семитко¹, А.Г. Колединский^{2, 3, 4},
 Д.А. Асадов¹, В.В. Фоменко¹, Д.Г. Иоселиани¹

¹ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет),
 Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии Клинического центра,
 Москва, Россия

² ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы”
 Минобрнауки России, Москва, Россия

³ ГБУЗ Московской области “Сергиево-Посадская больница”, Московская область, Россия

⁴ ООО “СМ-Клиника”, Москва, Россия

Веногенная эректильная дисфункция – стойкая неспособность достижения или поддержания эрекции, достаточной для выполнения полового акта, возникшая вследствие наличия патологического ускоренного дренирования крови из полового члена. Существует множество диагностических тестов для диагностики веногенной эректильной дисфункции. В данной работе выполнен ретроспективный анализ данных компьютерно-томографической фармакокавернозографии у 20 пациентов. Метод, безусловно, перспективный, но требующий дальнейшего изучения. Проведен анализ типа венозной утечки и анатомии дорсальной вены полового члена. Исследование показало, что наиболее часто наблюдается смешанный тип венозного дренажа (71%). Что же касается анатомии дорсальной вены полового члена, то наиболее часто отмечался плексусный тип (50%).

Ключевые слова: веногенная эректильная дисфункция; компьютерная томография; фармакокавернозография

Для цитирования: К.В. Гюльмисарян, С.П. Семитко, А.Г. Колединский, Д.А. Асадов, В.В. Фоменко, Д.Г. Иоселиани. Веногенная эректильная дисфункция: роль компьютерно-томографической фармакокавернозографии. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2025; 83 (4): 9–24. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-9>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

Venogenic erectile dysfunction: the role of computed tomography pharmaco-cavernosography

K.V. Guilmisarian^{1*}, S.P. Semitko¹, A.G. Koledinsky^{2, 3, 4},
 D.A. Asadov¹, V.V. Fomenko¹, D.G. Iosseliani¹

¹ Sechenov First Moscow State Medical University, Scientific and Practical Center of Interventional
 Cardioangiology of the Clinical Center, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University),
 Moscow, Russia

³ Sergiev Posad Hospital, Moscow region, Russia

⁴ LLC “SM-Clinic”, Moscow, Russia

Venogenic erectile dysfunction is the persistent inability to achieve or maintain an erection sufficient for normal sexual intercourse, resulting from pathological accelerated venous drainage from the penis. There are many diagnostic tests for diagnosing venogenic erectile dysfunction. This article presents a retrospective analysis of computed tomography pharmaco-cavernosography data from 20 patients. The method is undoubtedly promising but requires further research. In this work, an analysis of the type of venous leak and the anatomy of the dorsal vein of the penis is performed. The analysis showed that a mixed venous drainage is observed most frequently (71%). Regarding the anatomy of the dorsal vein of the penis, the plexiform type was the most frequent (50%).

Keywords: *venogenic erectile dysfunction; computed tomography; pharmaco-cavernosography*

For citation: K.V. Guilmisarian, S.P. Semitko, A.G. Koledinsky, D.A. Asadov, V.V. Fomenko, D.G. Iosseliani. Venogenic erectile dysfunction: the role of computed tomography pharmaco-cavernosography. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2025; 83 (4): 9–24. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-9>

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

Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) – стойкая (продолжающаяся более 3 мес) неспособность достижения или поддержания эрекции полового члена, достаточной для проведения полового акта (1). В зависимости от причин возникновения ЭД различают несколько основных ее форм: психогенная (до 20%), органическая (до 60%), смешанная (до 20%). По данным консенсуса итальянских авторов, определяется тесная связь между нарушением эрекции и наличием различных патологических состояний, при системных, сердечно-сосудистых, респираторных, метаболических, гормональных, неврологических, урологических, токсических, травматических, ятрогенных, психиатрических, психологических заболеваниях и расстройствах (2). Одной из наиболее частых причин органической ЭД является васкулогенная патология, представленная веногенной, артериогенной и смешанной формами (3). Согласно современной тактике диагностики и лечения ЭД, пациентам, обращающимся за медицинской помощью по поводу этого заболевания, необходимо проводить комплексную многоступенчатую диагностику, выполняемую мультидисциплинарной командой. Наиболее часто требуется консультация андролога, уролога, терапевта, эндокринолога, психолога, сосудистого хирурга и других специалистов. При этом выполняется широкий спектр различных диагностических процедур: медицинские опросники и анкетирование, биохимический анализ крови, включая различные гормональные тесты, фармакодоплерография полового члена, тестирование иннервации полового члена, кавернозометрия, ночная полисомнография с мониторингом ночной тумесценции, ангиография артерий полового члена и кавернозография, в том числе с использованием компьютерной (КТ) и магнит-

но-резонансной томографии (1, 2, 4–7). Несмотря на то что основным методом первичной диагностики васкулогенной патологии является ультразвуковое исследование (УЗИ) полового члена с проведением фармакологических проб, важную роль в диагностике ЭД играет КТ. Благодаря этому методу возможно получить детализированные снимки исследуемого объекта. В последние годы растет число публикаций об использовании КТ у пациентов с веногенной эректильной дисфункцией (ВЭД). В данной работе изучены диагностические возможности МСКТ-фармакокавернозографии у пациентов с ВЭД. ВЭД – это патологическое состояние, возникающее вследствие нарушения веноокклюзивного механизма полового члена. Это значит, что при наличии адекватного артериального притока крови к половому члену имеется ускоренное патологическое дренирование кавернозных тел.

Анатомия полового члена, физиология эрекции и патофизиология веногенной эректильной дисфункции

Эрекция полового члена, или тумесценция, – сложный физиологический процесс, заключающийся в наполнении кровью полового члена в ответ, как правило, на сексуальное возбуждение (8). Известно, что половой член состоит из трех цилиндрических тел: двух кавернозных и одного губчатого. Кавернозные тела, состоящие из синусоид различного размера, заключены в белочную оболочку и поддерживаются фиброзным каркасом. Фиброзный скелет полового члена состоит из белочной оболочки, окруженной гладкомышечными трабекулами (выполняющими основную регуляторную функцию притока и оттока крови по синусоидам), эластичными волокнами и коллагеном. Такое

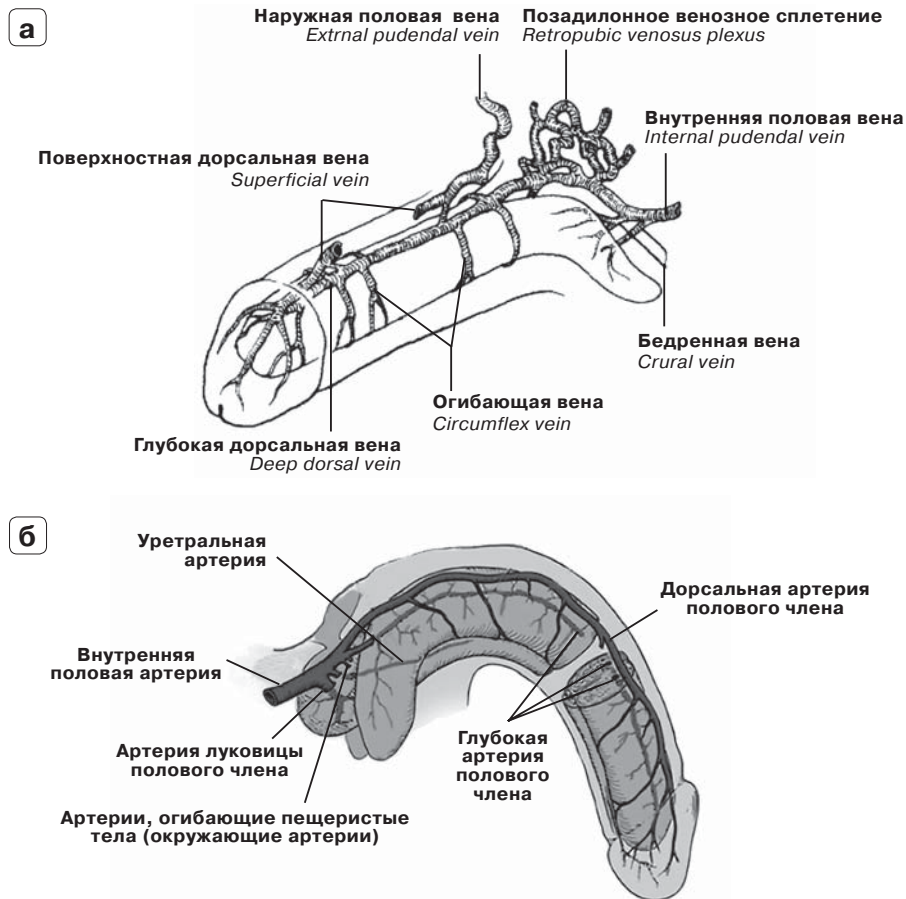


Рис. 1. Сосудистая система полового члена. **а** – артериальная система; **б** – венозная система.

строение позволяет обеспечить заполнение синусоид и тем самым поддержание эрекции. Белочная оболочка также помогает обеспечить процесс тумесценции, путем сдавления эмиссарных вен, дренирующих кровь от синусоид. Пещеристые тела – это симметричные структуры, начинающиеся ножками, которые в начальной части окутаны седалищно-пещеристыми мышцами, их сокращение вызывает дополнительную жесткость полового члена. Губчатое тело – это камера, расположенная более вентрально, содержит уретру и в дистальной части переходит в головку. Губчатое тело также окутано оболочкой, однако она менее плотная и отсутствует в области головки. Синусоиды губчатого тела шире, чем в кавернозных телах, и тем самым они позволяют обеспечить сдавление уретры и осуществлять мощную эякуляцию. Бульбоспонгиозная мышца, окружающая луковицу полового члена, участвует как в процессе поддержания эрекции, так и эякуляции. Основными ветвями, обеспечивающими артериальный приток крови, являются внутренние половые артерии, являющиеся ветвями внутренней подвздошной артерии. В дистальной своей части они переходят в общую артерию

полового члена, которая, в свою очередь, делится на дорсальную, пещеристую и бульбоуретральную ветви. Дорсальная ветвь обеспечивает кровоснабжение головки полового члена во время фазы набухания, бульбоуретральная ветвь – кровоснабжение губчатого тела и луковицы. Пещеристая артерия осуществляет приток крови к кавернозным телам, распавшаяся на терминальные/завитковые ветви, питающие трабекулярную ткань и синусоиды пещеристых тел. В спокойном состоянии завитковые артерии существенно извиты и сужены, при эрекции же они выпрямляются и становятся гораздо более широкими. Венозный отток в основном происходит через систему внутренних подвздошных вен. Кровь из синусоид, проходя через трабекулярную сеть, оттекает через подбололочное венозное сплетение и далее через эмиссарные вены, которые, в свою очередь, дренируются либо в систему внутренних подвздошных вен, либо через дорсальную вену полового члена и перипростатическое венозное сплетение (рис. 1).

Во время эрекции эмиссарные вены сдавлены между синусоидами и белочной оболочкой, что ограничивает венозный отток из синусоид.

Физиология эрекции состоит из двух основных компонентов: увеличение артериального притока и снижение венозного оттока крови. Сексуальная стимуляция вызывает симпатическое торможение, парасимпатическую активацию и высвобождение проэректогенных нейротрансмиттеров. Активация парасимпатической иннервации вызывает максимальный приток крови в расширенные синусоиды, гладкомышечный аппарат которых находится в тотально расслабленном состоянии. При этом по мере увеличения тумесценции полового члена происходит сдавление небольших вен, расположенных между ригидной частью белочной оболочки и поверхностью кавернозных тел. Также процессу поддержания и усиления эрекции способствует сокращение мышц данной области (бульбоуретральные, седалищно-пещеристые). Во время детумесценции происходят обратные процессы, а именно: увеличение симпатической стимуляции и снижение парасимпатической активности. Благодаря этому происходит достаточно быстрое снижение артериального притока с одновременным постепенным опорожнением синусоид в эмиссарные вены. Следовательно, ВЭД возникает при нарушении нейрогенной регуляции и, как следствие, патологически ускоренном дренировании крови из полового члена.

КТ-фармакокавернозография

КТ-фармакокавернозография (КТ-ФКГ) представляет собой высокоспециализированный метод диагностики ВЭД, заключающийся в КТ-исследовании полового члена и области таза с одновременным интракавернозным введением рентгеноконтрастного препарата на фоне фармакоиндуцированной эрекции. Данный вид диагностики целесообразно выполнять пациентам с подозреваемым или уже подтвержденным нарушением веноокклюзивного механизма полового члена. Методика применима как у первичных пациентов, так и у ранее перенесших различные виды оперативных вмешательств (5, 9). КТ-ФКГ проводится в кабинете КТ, при этом пациент находится на томографическом столе в положении лежа на спине с заведенными за голову верхними конечностями. После предварительной антисептической обработки полового члена выполняется интракавернозное введение простагландина E₁ для инициации эрекции, при этом желаемый уровень эрекции должен составлять не менее 3–4-й степени твердости полового члена по шкале Erection Hardness Score (10). По достижении целевой степени эрекции выполняется нативное (до вве-

дения рентгеноконтрастного препарата) сканирование объекта. Затем с использованием автоматического шприца-инжектора через небольшой катетер, установленный в одно из кавернозных тел, вводится ~50 мл йодсодержащего контрастного препарата и выполняется серия КТ-сканирований (через 30, 60, 180, 240 с от начала введения контраста). При этом исследование выполняется от верхнего края подвздошных костей до кончика полового члена. Желательная толщина реконструированного томографического среза при постпроцессинге должна составлять не более 1 мм. Анализ данных КТ целесообразно проводить не только на аксиальных изображениях, но и с использованием мультипланарных реконструкций, реконструкций в проекции максимальной интенсивности и 3D-реконструкций.

Материал и методы

В данной работе мы провели ретроспективный анализ данных МСКТ-ФКГ пациентов с установленным диагнозом ВЭД и направленных в клинику для рассмотрения возможности выполнения рентгэндоваскулярной окклюзии патологического венозного дренажа. Диагноз ВЭД устанавливался урологом, в качестве основного инструментального метода диагностики использовалось УЗИ полового члена в покое и на фоне фармакоиндуцированной эрекции путем интракавернозного введения простагландина E₁. Основными диагностическими критериями наличия патологического венозного дренажа по данным фармакодупплерографии полового члена являлись: 1) пиковая систолическая скорость кровотока по кавернозным артериям более 30 см/с; 2) конечная диастолическая скорость кровотока более 5 см/с; 3) индекс сопротивления менее 0,8. Анализу подверглись данные 20 пациентов из нескольких диагностических центров. Оценивались как аксиальные изображения, так и различного рода реконструкции (мультиплоскостные, проекция максимальной интенсивности, трехмерные). Оценивались наличие и тип патологического венозного дренажа. При этом патологическая венозная утечка классифицировалась на три типа: дренирование в систему наружной подвздошной вены (дистальный тип утечки), дренирование в систему внутренней подвздошной вены (проксимальный тип утечки), смешанный тип (рис. 2–7).

Также оценивалась анатомия дорсальной вены полового члена, которая была классифицирована на 3 типа: одна ветвь, две ветви, плексусный вариант.

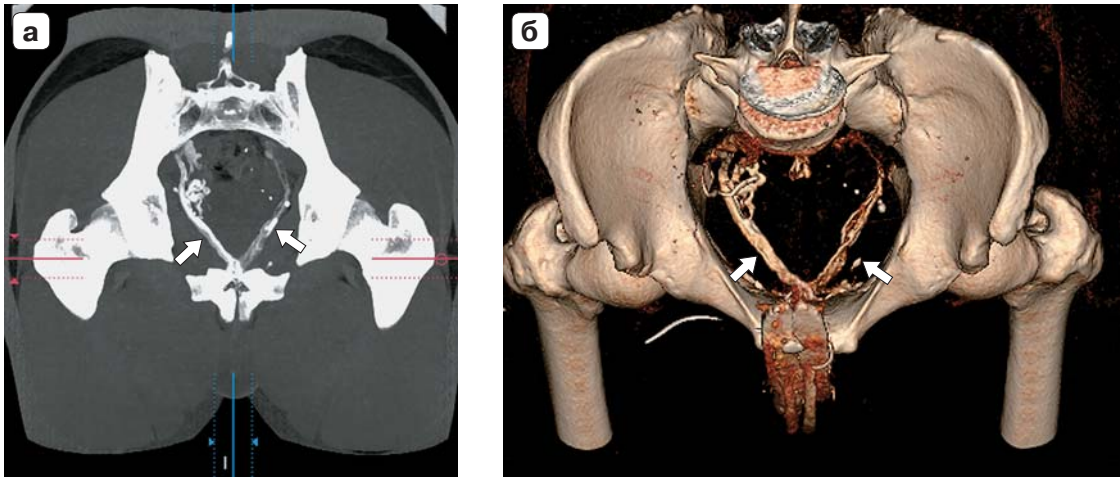


Рис. 2. Проксимальный тип венозной утечки (стрелки). **а** – проекция максимальной интенсивности; **б** – 3D-реконструкция.

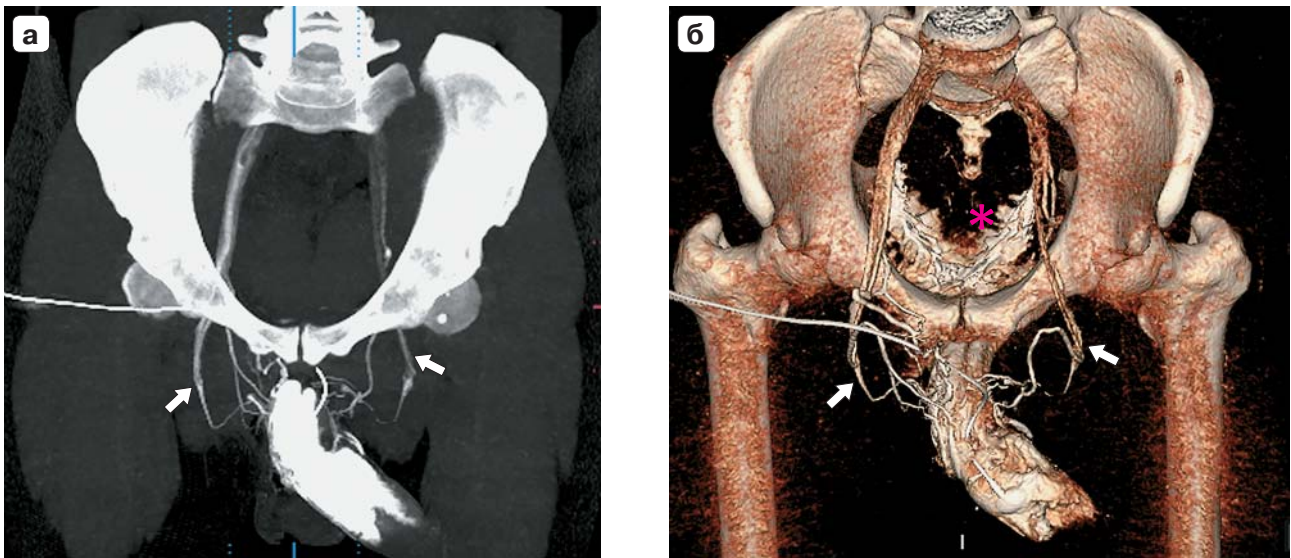


Рис. 3. Дистальный тип венозной утечки (стрелки). **а** – проекция максимальной интенсивности; **б** – 3D-реконструкция. Рентгенопозитивный эмболизационный материал после эмболизации проксимальной венозной утечки (звездочка).

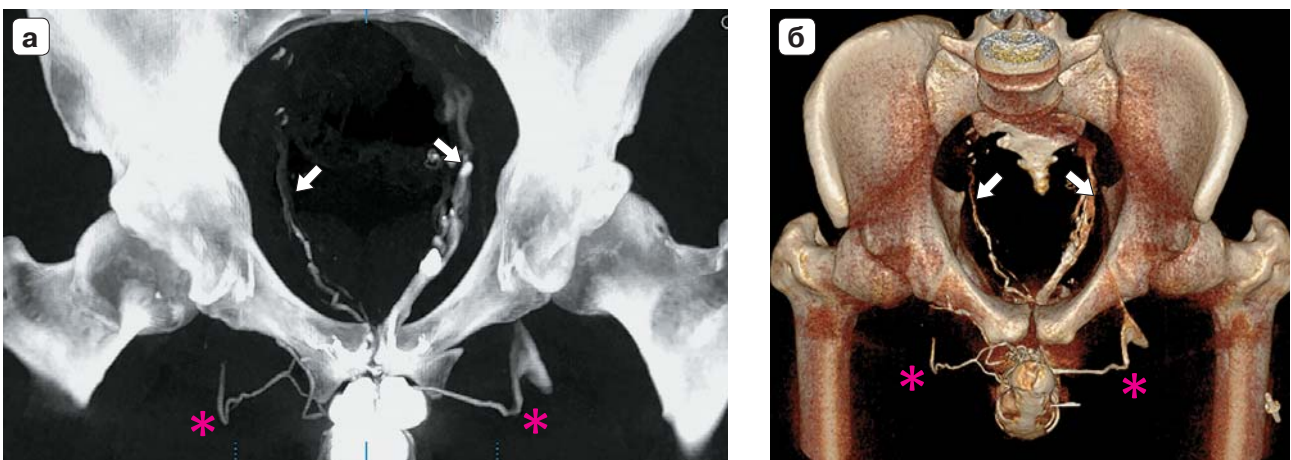


Рис. 4. Смешанный тип венозной утечки. **а** – проекция максимальной интенсивности; **б** – 3D-реконструкция. Проксимальная утечка (стрелки), дистальная утечка (звездочки).

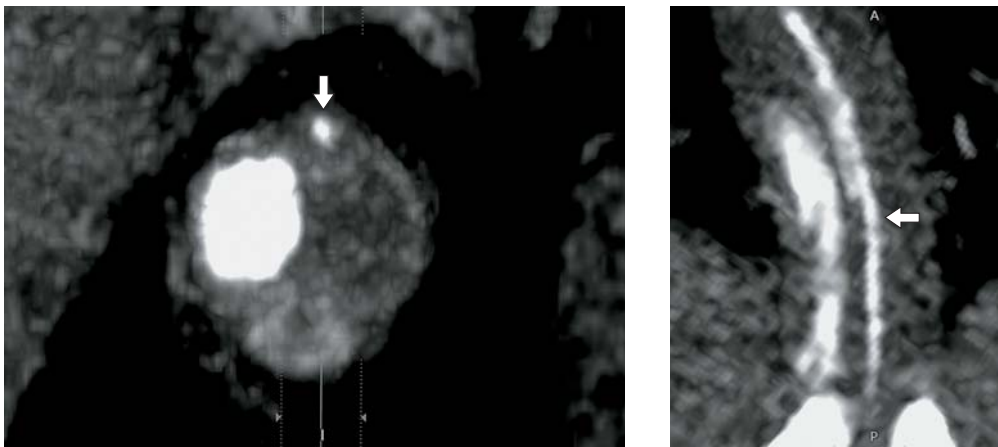


Рис. 5. Одноветвистый тип дорсальной вены. Проекция максимальной интенсивности. Дорсальная вена полового члена (стрелка).

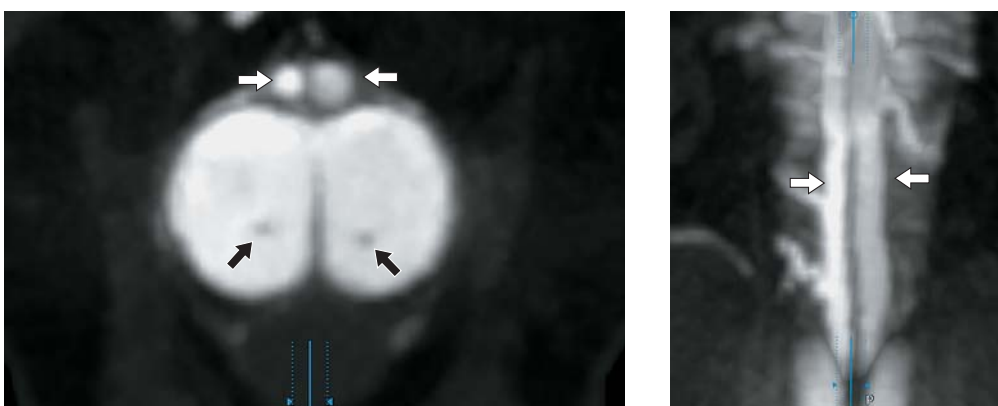


Рис. 6. Двухветвистый тип дорсальной вены. Проекция максимальной интенсивности. Дорсальная вена полового члена (стрелки). Кавернозные тела (звездочки). Кавернозные артерии (черные стрелки).

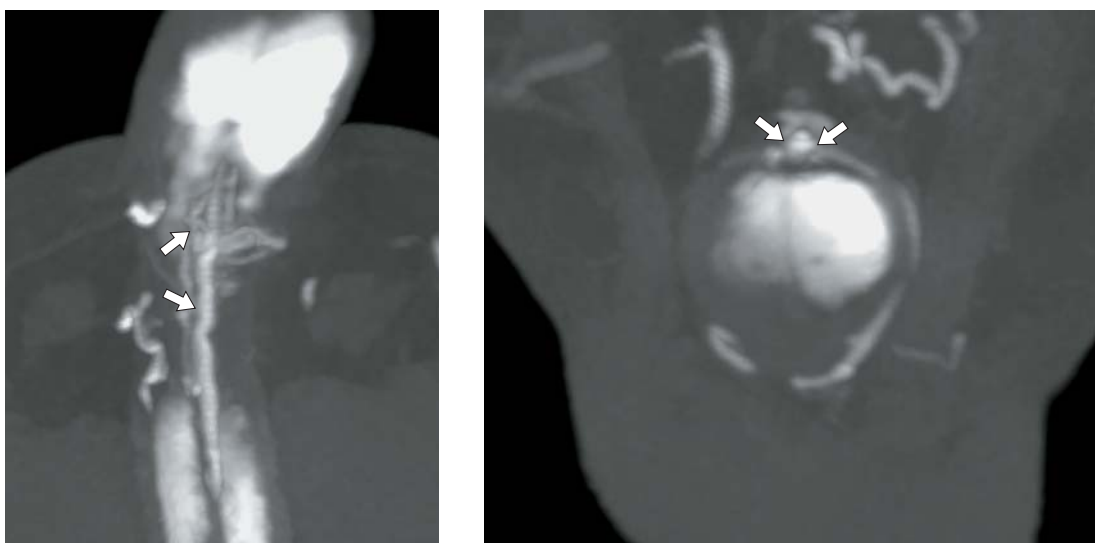


Рис. 7. Плексусный тип дорсальной вены. Проекция максимальной интенсивности. Дорсальная вена полового члена (стрелки).

Результаты

Средний возраст пациентов составил 38,5 (от 26 до 70) года. Средний балл по результатам анкетирования МИЭФ-5 составил 12,7 (от 2 до 20). Стоит отметить, что 8 (40%) пациентов ранее переносили различные виды оперативных вмешательств: 2 пациентам ранее выполнялась корпоропластика, 2 – стентирование левой общей подвздошной вены по поводу синдрома Мея–Тернера, 2 перенесли операцию Мармара, 2 пациентам ранее проводилась рентгенэндоваскулярная эмболизация вен малого таза. У всех пациентов был обнаружен патологический венозный дренаж при проведении МСКТ-ФКГ. Смешанный тип патологической венозной утечки был выявлен у 17 из 20 пациентов, дренирование только в систему внутренних подвздошных вен – у 2, дренирование только в систему наружной подвздошной вены – у 1 пациента. В подгруппе со смешанным типом венозной утечки проводилась визуальная оценка объема сброса в системы внутренней и наружной подвздошных вен, при этом сброс в систему внутренней подвздошной вены преобладал в 12 (71%) случаях. Также были проанализированы анатомические варианты глубокой дорсальной вены полового члена, их разделили по типам на одноветвистый, двухветвистый и плексусный тип. В 5 (25%) случаях был выявлен одноветвистый тип глубокой дорсальной вены полового члена, в 2 (10%) – двухветвистый и в 10 (50%) – плексусный, в 3 (15%) случаях оценить тип не удалось.

Обсуждение

ЭД является широко распространенной патологией с множеством причин ее возникновения, среди которых далеко не последнее место занимает наличие патологического ускоренного дренирования крови из полового члена. Широкий спектр современных диагностических тестов позволяет заподозрить именно сосудистую патологию. Основным методом первичной диагностики ВЭД на данный момент является УЗИ полового члена с проведением фармакологических проб (11, 12). Так, существует несколько основных доплерографических критериев: пиковая систолическая скорость, конечная диастолическая скорость, индекс резистентности, которые достаточно точно позволяют заподозрить наличие ВЭД. Пиковая систолическая скорость – лучший сонографический индикатор артериальной недостаточности, скорость более 30 см/с достоверно свидетельствует о нормальном артериальном кровотоке, показатель менее 25 см/с указывает на наличие

артериальной дисфункции, разница более 10 см/с между пиковой систолической скоростью правой и левой кавернозными артериями указывает на явную дисфункцию кавернозных артерий. Конечная диастолическая скорость – лучший сонографический критерий венозной дисфункции, скорость менее 5 см/с исключает венозную дисфункцию, тогда как скорость более 5 см/с является показателем наличия веногенной утечки (при неизменном артериальном притоке). Существует множество исследований, в которых оценивается значимость фармакоиндуцированного УЗИ полового члена, при выполнении которого возможно динамически оценивать параметры кровотока по артериям и венам полового члена в режиме реального времени. В некоторых случаях возможно также визуализировать рефлюкс по дорсальной вене полового члена (11, 12). Отсутствие лучевой нагрузки на пациента, неинвазивность УЗИ следует рассматривать как одни из главных преимуществ в сравнении с традиционной кавернозографией и МСКТ-ФКГ. Однако главным недостатком сонографического метода является отсутствие возможности прямой визуализации венозной утечки, что критически важно для принятия решения о типе хирургического вмешательства. Стоит также отметить, что для выполнения диагностически ценного УЗИ необходимы высокая квалификация персонала и оборудование экспертного уровня (12). Элективная кавернозография является исторически первым способом, непосредственно визуализирующим анатомию вен полового члена (13). E. Wespes и C. Schulman указывают на высокую детализацию полученных изображений, что позволяло оценить как артериальную, так и венозную систему полового члена. Авторы также указывают, что при использовании этого метода возможна диагностика стенозирующе-окклюзирующего поражения артерий притока, артерио-венозных мальформаций и патологических венозных утечек (14). Другая группа авторов во главе с H. Porst при помощи элективной кавернозографии проанализировали и классифицировали типы венозной утечки, отметив при этом, что метод достаточно высокочувствителен (15). E. Wespes и C. Schulman указывают на необходимость выполнения кавернозографии при планировании лигирования вен полового члена, так как методика может достаточно точно указать на локализацию патологического венозного дренажа. К сожалению, при множестве положительных моментов существуют и некоторые недостатки метода кавернозографии: инвазивность процедуры; необходимость наличия

тяжелой медицинской техники и высококвалифицированного персонала (как для выполнения, так и для интерпретации изображений); необходимость введения рентгеноконтрастного препарата; получаемая пациентом лучевая нагрузка. Также отдельно стоит отметить, что получаемые изображения являются двухмерными, это в некоторых случаях затрудняет топическую диагностику венозной утечки. Следовательно, для поиска точной локализации утечки может потребоваться множество дополнительных снимков с различными ангуляциями (16). В отличие от прямой кавернозографии, использование КТ позволяет комплексно оценить анатомическую картину утечки. Более того, возможность выполнения различных вариантов реконструкций может существенно облегчать и ускорять как диагностику, так и планирование хирургического лечения. МСКТ-ФКГ, так же как и элективная кавернозография, является высокоспециализированным методом визуализации, требующим наличия хорошо обученного медицинского персонала и оборудования (мультиспиральный компьютерный томограф, автоматический шприц-инжектор), введения контрастного препарата и сопряжена с лучевой нагрузкой на пациента. Однако существенным преимуществом МСКТ-ФКГ является возможность постпроцессинга полученных изображений в различных режимах. Так, возможно выполнение реконструкций изображения в разных вариантах: мультипланарный, проекция максимальной интенсивности, трехмерный. Комплексное использование различных алгоритмов реконструкций используется для наиболее точного определения типа венозной утечки и установления ее локализации, также возможна визуальная оценка объема сброса. Данные КТ крайне важны при выборе оптимального метода хирургического лечения, они могут быть использованы для составления плана операции и интраоперационной навигации (в том числе с использованием технологии наложения, представляющей собой наложение реконструированных данных КТ на флюороскопическое изображение) во время различных рентгенэндоваскулярных

процедур эмболизации при венозной утечке (17–19). Альтернативным методом диагностики ВЭД является магнитно-резонансная кавернозография, позволяющая оценить и классифицировать патологический венозный дренаж, оценить скорость и характер кровотока (6, 7, 20). Значительным преимуществом этого метода перед рентгеновским методом исследования является отсутствие ионизирующего излучения во время исследования. Между тем к недостаткам МР-исследований следует отнести длительность процедуры, невозможность проведения исследования у пациентов с металлическими имплантатами или при наличии клаустрофобии, непереносимость контрастных агентов (6, 7). В целом каждый из методов визуализации имеет свои преимущества и недостатки, соответственно, выбор метода визуализации патологического венозного дренажа остается за лечащим врачом, который должен учитывать все “сильные” и “слабые” стороны различных диагностических тестов.

Заключение

Компьютерно-томографическая фармакокавернозография – современный метод медицинской визуализации, позволяющий получить комплексное представление об анатомии и структуре патологического венозного дренажа у пациентов с васкулогенной эректильной дисфункцией. Использование этого метода позволяет наиболее эффективно определить пациентов с эректильной дисфункцией на возможное хирургическое лечение (открытое лигирование вен, рентгенэндоваскулярная эмболизация). Более того, благодаря эффективному выявлению всех путей ускоренного венозного оттока от полового члена применение КТ может обеспечить улучшение результатов хирургического лечения веногенной эректильной дисфункции. Дальнейшее изучение возможностей компьютерно-томографической фармакокавернозографии, улучшение протоколов выполнения исследования позволит минимизировать лучевую нагрузку на пациента и снизить объем контрастного препарата.

Introduction

Erectile dysfunction (ED) is the persistent (lasting more than 3 months) inability to achieve or maintain a penile erection sufficient for normal sexual intercourse (1). Depending on the etiology, there are several main forms of ED: psychogenic (up to 20%), organic (up to 60%), and mixed (up to 20%). According to consensus of Italian authors, a close relationship is observed between erectile dysfunction and the presence of various pathological conditions in systemic, cardiovascular, respiratory, metabolic, hormonal, neurological, urological, toxic, traumatic, iatrogenic, psychiatric, and psychological diseases and disorders (2). One of the most frequent causes of organic ED is vasculogenic pathology, represented by venogenic, arteriogenic, and mixed forms (3). According to the current diagnostic and treatment guidelines for ED, patients seeking medical care for this disease require comprehensive, multi-stage diagnostics performed by a multidisciplinary team. Consultation with an andrologist, urologist, general practitioner, endocrinologist, psychologist, vascular surgeon, and other specialists is most often required. A wide range of diagnostic procedures is performed: medical questionnaires and surveys, blood chemistry including various hormonal tests, pharmacodopplerography of the penis, penile innervation testing, cavernosometry, nocturnal polysomnography with monitoring of nocturnal tumescence, angiography of penile arteries, and cavernosography, in particular using computed tomography and magnetic resonance imaging (1, 2, 4–7). Although the main method for initial diagnosis of vasculogenic pathology is penile ultrasound with pharmacological stimulation, computed tomography plays an important role in the diagnosis of ED as well. This method allows obtaining detailed images of the studied object. In recent years, there has been an increasing number of publications on the use of CT in patients with venogenic erectile dysfunction (VED). In this work, we studied diagnostic capabilities of the MSCT-pharmacocavernosography in patients with VED. VED is a pathological condition occurring due to impairment of the penile veno-occlusive mechanism. This means that in the presence of adequate arterial blood flow to the penis, there is accelerated pathological drainage from the corpora cavernosa.

Anatomy of the penis, physiology of erection, and pathophysiology of venogenic erectile dysfunction

Penile erection, or tumescence, is a complex physiological process that involves filling of the penis with blood, typically in response to sexual stimulation (8). It is known that the penis consists of three

cylindrical bodies: two corpora cavernosa and one corpus spongiosum. The corpora cavernosa consist of sinusoids of varying size, surrounded by the tunica albuginea and supported by a fibrous scaffold. The fibrous skeleton of the penis consists of the tunica albuginea surrounded by smooth muscle trabeculae (which play the main regulatory role, controlling blood inflow and outflow in the sinusoids), elastic fibers, and collagen. This structure allows filling of the sinusoids and thereby maintenance of erection. The tunica albuginea also contributes to the process of tumescence by compressing the emissary veins that drain blood from sinusoids. The corpora cavernosa are symmetrical structures originating as crura (legs), which in their initial part are enveloped by the ischiocavernosus muscles; contraction of which provides additional penile rigidity. The corpus spongiosum is a more ventrally located chamber containing the urethra and forming the glans penis in the distal part. The corpus spongiosum is also surrounded by a tunica, however, it is less dense and absent in the glans part. The sinusoids in the corpus spongiosum are wider than that in the corpora cavernosa, allowing compression of the urethra and providing strong ejaculation. The bulbospongiosus muscle, surrounding the bulb of the penis, participates both in the process of maintaining erection and in ejaculation process. The main branches providing arterial blood inflow are the internal pudendal arteries, which are branches of the internal iliac artery. In their distal part, they form the common penile artery, which subsequently divides into the dorsal, cavernosal, and bulbourethral branches. The dorsal branch supplies the glans penis during the tumescence phase. The bulbourethral branch supplies the corpus spongiosum and the penile bulb. The cavernosal artery provides blood flow to the corpora cavernosa, dividing to terminal/helicine branches that supply the trabecular tissue and cavernous sinusoids. In the flaccid state, the helicine arteries are markedly tortuous and narrowed, but during erection they straighten and become much wider. Venous outflow primarily occurs through the internal iliac venous system. Blood from the sinusoids, passing through the trabecular network, outflows into the subtunical venous plexus and subsequently through the emissary veins, which in turn drain either into the internal iliac venous system or via the dorsal vein of the penis into the periprostatic venous plexus (Fig. 1).

During erection, the emissary veins are compressed between the sinusoids and the tunica albuginea, which limits venous outflow from the sinusoids. The physiology of erection consists of two main components: increased arterial inflow and re-

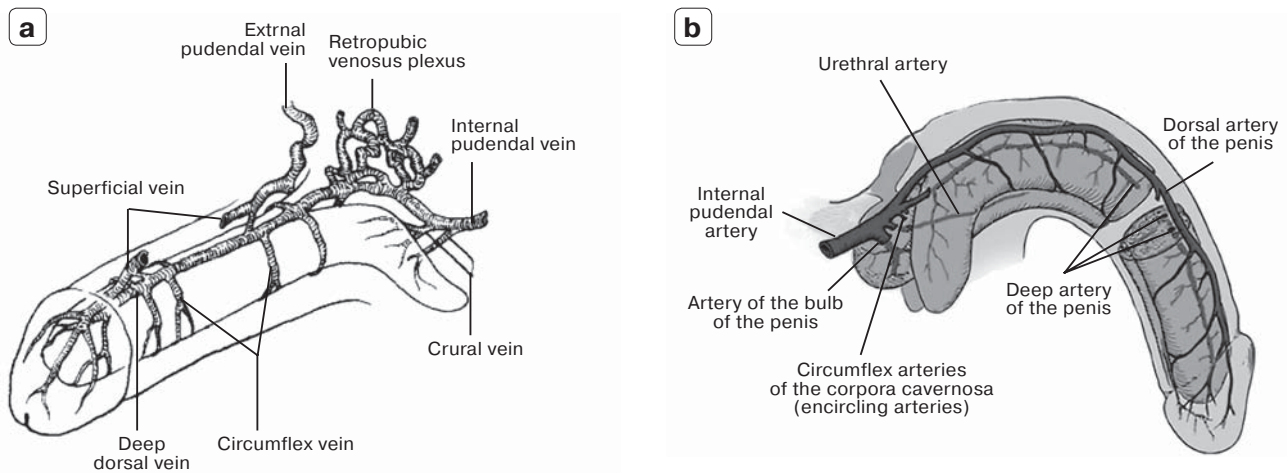


Fig. 1. Penile vascular system: a – arterial system; b – venous system.

duced venous outflow. Sexual stimulation induces sympathetic inhibition, parasympathetic activation, and the release of pro-erectogenic neurotransmitters. Activation of parasympathetic innervation causes maximal blood inflow into the dilated sinusoids, whose smooth muscle apparatus is totally relaxed. As penile tumescence increases, small veins located between the rigid tunica albuginea and the surface of the corpora cavernosa become compressed. Also, the process of maintaining and strengthening an erection is facilitated by contraction of the muscles in this area (bulbospongiosus, ischiocavernosus). During detumescence, the reverse processes occur, namely increased sympathetic stimulation and decreased parasympathetic activity. As a result, arterial inflow is reduced quite rapidly with simultaneous gradual emptying of the sinusoids into the emissary veins. Therefore, the venogenic form of erectile dysfunction occurs when neurogenic regulation is impaired, resulting in pathologically accelerated venous drainage from the penis.

Computed tomography pharmaco-cavernosography

Computed tomography pharmaco-cavernosography (CT-PCG) is a highly specialized diagnostic method for venogenic form of ED, consisting of CT imaging of the penis and pelvis with simultaneous intracavernosal administration of radiocontrast agent during pharmacologically induced erection. This type of diagnostic procedure is appropriate for patients with suspected or confirmed impairment of the penile veno-occlusive mechanism. The method is applicable both in newly diagnosed patients and in those who have previously undergone various surgical interventions (5, 9). CT-PCG is performed in the CT room with the patient posi-

tioned supine on the tomographic table with upper limbs placed above the head. After preliminary antiseptic preparation of the penis, prostaglandin E1 is administered intracavernosally to induce erection; the desired level of erection should be at least grade 3–4 according to the Erection Hardness Score (10). Upon achieving the target erection grade, a native (prior to the radiocontrast agent administration) scan is performed. Then, using an automatic syringe injector, approximately 50 mL of iodine-containing contrast medium is administered through a small catheter placed into one of the corpora cavernosa, and a series of CT scans (30, 60, 180, and 240 seconds after the start of contrast administration) is performed. The examination is performed from the upper edge of the iliac bones to the tip of the penis. The desirable thickness of the reconstructed tomographic slice during post-processing should not exceed 1 mm. It is advisable to analyze computed tomography data using not only axial images but also multiplanar reconstructions (MPR), maximum intensity projection (MIP), and three-dimensional (3D VR) reconstructions.

Material and Methods

In this work, we conducted a retrospective analysis of MSCT-PCG data from patients diagnosed with VED and referred to the clinic to assess the possibility of X-ray-endovascular occlusion for pathological venous drainage. The diagnosis of VED was established by a urologist, with penile ultrasound at flaccid state and during pharmacologically induced erection via intracavernosal administration of prostaglandin E1 used as the main instrumental diagnostic method. The main diagnostic criteria for the presence of pathological venous drainage according to penile pharmaco-dopplerography were: 1) peak systolic blood flow

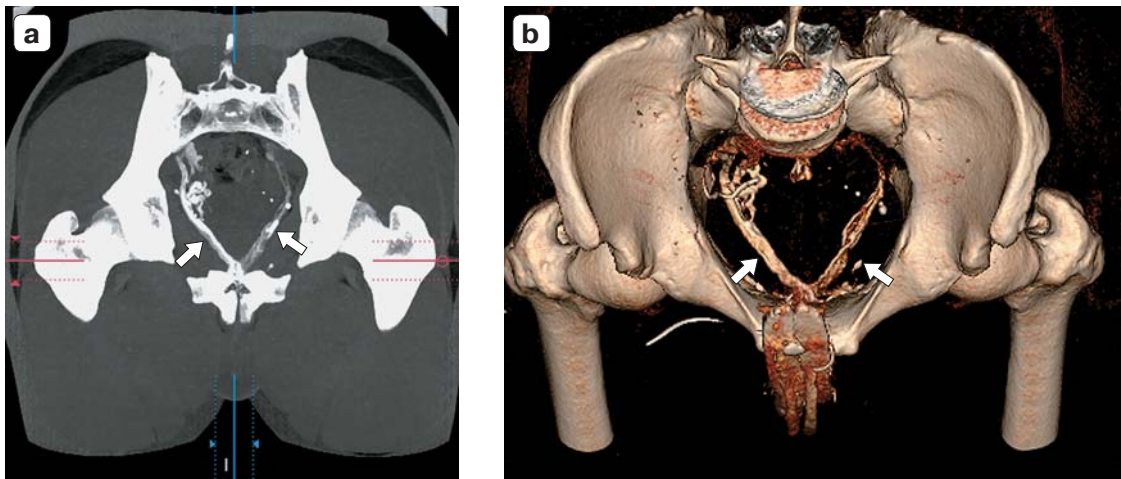


Fig. 2. Proximal type of venous leakage (arrows): **a** – maximum intensity projection; **b** – three-dimensional reconstruction.

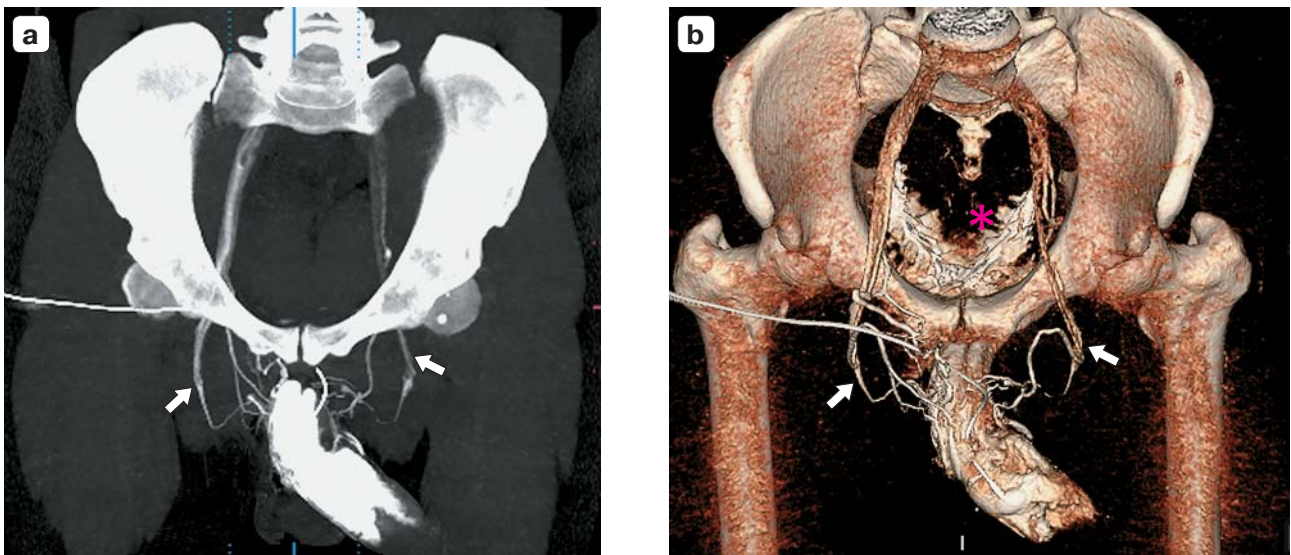


Fig. 3. Distal type of venous leakage (arrows): **a** – maximum intensity projection; **b** – three-dimensional reconstruction. Radiodense embolization material after the proximal venous leakage embolization (asterisk).

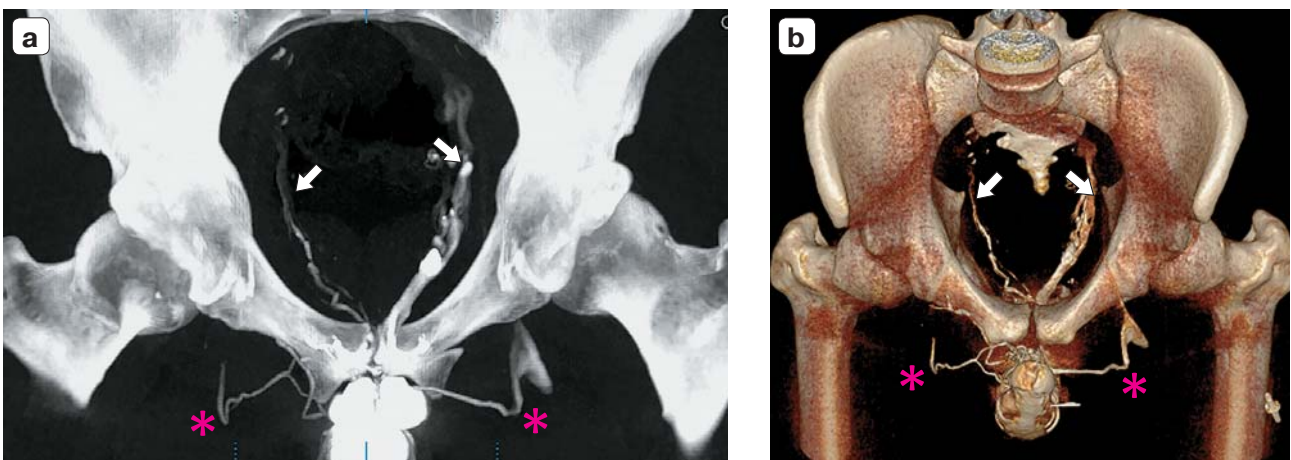


Fig. 4. Mixed type of venous leakage: **a** – maximum intensity projection; **b** – three-dimensional reconstruction. Proximal leakage (arrows), distal leakage (asterisks).

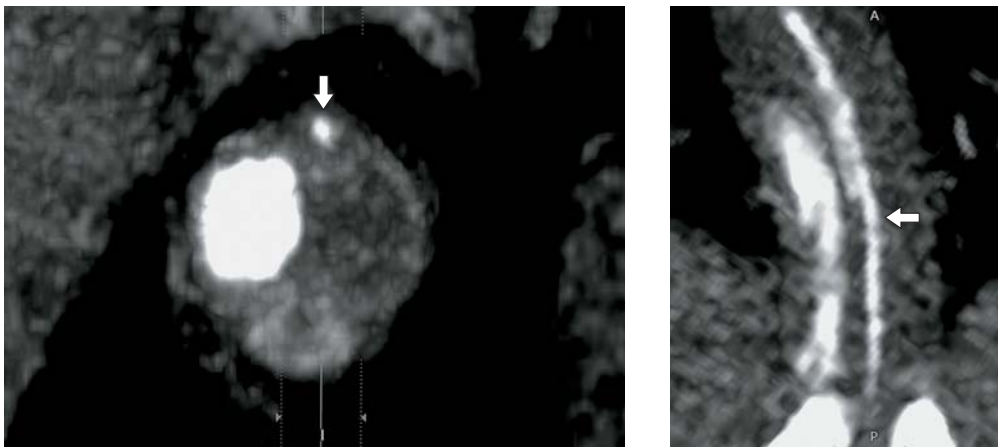


Fig. 5. Single-branched type of dorsal vein. Maximum intensity projection. Dorsal vein of the penis (arrow).

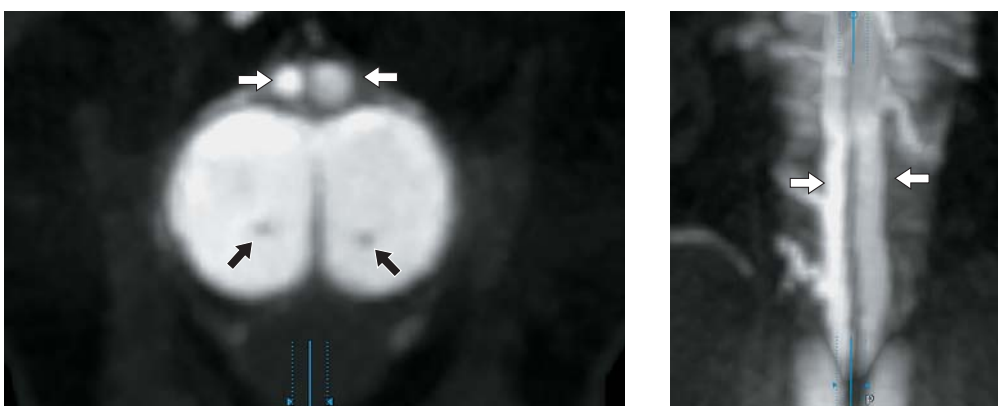


Fig. 6. Double-branched type of dorsal vein. Maximum intensity projection. Dorsal vein of the penis (arrows). Corpora cavernosa (asterisks). Cavernous arteries (black arrows).

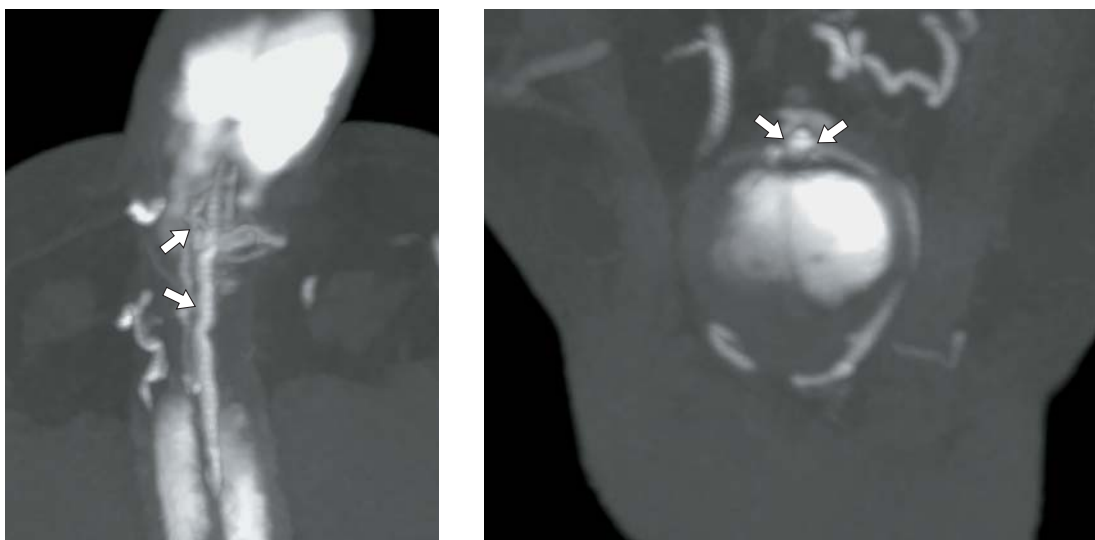


Fig. 7. Plexiform type of dorsal vein. Maximum intensity projection. Dorsal vein of the penis (arrows).

velocity in the cavernous arteries more than 30 cm/s; 2) end-diastolic blood flow velocity more than 5 cm/s; 3) resistance index less than 0.8. Data from 20 patients across several diagnostic centers were analyzed. Both axial images and various types of reconstructions (multiplanar, maximum intensity projection, three-dimensional) were evaluated. The presence and type of pathological venous drainage were assessed. Pathological venous leak was classified into three types: drainage into the external iliac vein system (distal leak type), drainage into the internal iliac vein system (proximal leak type), and mixed type (Fig 2–7).

Additionally, the anatomy of the deep dorsal vein of the penis was evaluated and classified into three types: single branch, two branches, and plexiform variant.

Results

The mean age of patients was 38.5 years (from 26 to 70 years). The mean IIEF-5 (International index of erectile function) score was 12.7 (from 2 to 20). It should be noted that 8 (40%) patients had a history of various types of surgical interventions: 2 patients had previous corporoplasty, 2 patients had stenting of the left common iliac vein for May-Thurner syndrome, 2 had undergone the Marmar procedure, and 2 patients had previous X-ray-endovascular embolization of pelvic veins. Pathological venous drainage was detected by MSCT-PCG in all patients. A mixed type of pathological venous leak was identified in 17 out of 20 cases, drainage only into the internal iliac vein system was found in 2 cases, and drainage only into the external iliac vein system was found in 1 case. In the subgroup with mixed venous leak, a visual assessment of the leak volume into the internal and external iliac vein systems was performed; at that, drainage into the internal iliac vein system predominated in 12 (71%) cases. We also analyzed the anatomical variants of the deep dorsal vein of the penis, classifying them as single-branched, double-branched, or plexiform type. A single-branched type of deep dorsal vein of the penis was identified in 5 (25%) cases, a double-branched type in 2 (10%) cases, a plexiform type in 10 (50%) cases, and in 3 (15%) cases the type could not be assessed.

Discussion

Erectile dysfunction is a common pathology with various etiologies, among which the presence of pathologically accelerated drainage of blood from the penis plays a significant role. A broad range of modern diagnostic tests makes it possible to suspect specifically a vascular pathology. Currently,

the main method for primary diagnosis of VED is penile ultrasound with pharmacological stimulation (11, 12). Thus, there are several basic Doppler parameters: peak systolic velocity, end-diastolic velocity, and resistive index, which allow suspecting the presence of VED quite accurately. Peak systolic velocity is the best sonographic indicator of arterial insufficiency: a value greater than 30 cm/s reliably suggests normal arterial blood flow, a value below 25 cm/s suggests arterial dysfunction, and a difference of more than 10 cm/s between the peak systolic velocity in the right and left cavernosal arteries indicates significant cavernosal arterial dysfunction. End-diastolic velocity is the best sonographic criterion of venous dysfunction: a value of less than 5 cm/s excludes venous dysfunction, whereas a value greater than 5 cm/s indicates the presence of venogenic leakage (at preserved arterial inflow). There are numerous studies, evaluating the diagnostic value of pharmacologically induced penile ultrasound, which allows real-time assessment of blood flow parameters in penile arteries and veins. In some cases, reflux in the dorsal penile vein may also be visualized (11, 12). The absence of radiation exposure to the patient and the non-invasive nature of ultrasound examination should be considered as one of the main advantages compared with conventional cavernosography and MSCT-pharmacocavernosography. However, the major limitation of sonography is the inability to directly visualize venous leakage, which is critically important for making a decision about the type of surgical intervention. It should also be noted that diagnostically valuable ultrasound examination requires highly qualified personnel and expert-level equipment (12). Historically, selective cavernosography is the first method that directly visualizes the anatomy of penile veins (13). E. Wespes et al. point out that obtained images were highly detailed, allowing evaluation of both the arterial and venous systems of the penis. The authors also indicate that this method can be used to diagnose stenosing-occlusive lesions in the inflow arteries, arteriovenous malformations, and pathological venous leakage (14). Another group of authors led by H. Porst used selective cavernosography to analyze and classify types of venous leakage, noting that the method is quite highly sensitive (15). E. Wespes and C. Schulman emphasized the necessity of cavernosography when planning penile vein ligation, as this method can quite accurately determine the localization of pathological venous drainage. Unfortunately, despite its many positive aspects, cavernosography has some disadvantages as well: invasiveness; the need for complex medical equipment and highly qualified personnel (both for per-

forming the procedure and image interpretation); the need for administration of radiocontrast media; and radiation exposure to the patient. Additionally it should be noted, that obtained images are two-dimensional, which complicates localization diagnosis of venous leakage in some cases. Therefore, numerous additional images with different angulations may be required to determine the exact localization of leakage (16). In contrast to direct cavernosography, the use of computed tomography allows for comprehensive assessment of the anatomical pattern of the leakage. Moreover, possibility to perform different reconstruction variants may substantially facilitate and accelerate both diagnosis and surgical treatment planning. MSCT-PCG, as well as selective cavernosography, is a highly specialized imaging method requiring well-trained medical personnel and appropriate equipment (multispiral CT scanner, automatic syringe injector), administration of contrast medium, and involves radiation exposure to the patient. However, a significant advantage of MSCT-pharmacocavernosography is the possibility to perform post-processing of obtained images in different modes. Thus, it is possible to perform image reconstructions in various variants: multiplanar, maximum intensity projection, and three-dimensional (3D). The comprehensive use of different reconstruction algorithms allows the most accurate determination of the type and localization of venous leakage; visual assessment of the leak volume is also possible. Computed tomography data are very important in selecting the optimal surgical treatment method; they may be used for operative planning and intraoperative navigation (in particular with the use of overlay techniques which is the overlay of reconstructed CT data on a fluoroscopic image) during various X-ray-endovascular embolization procedures for venous

leakage (17–19). An alternative method for VED diagnostic is magnetic resonance cavernosography, which allows to assess and classify pathological venous drainage, as well as evaluate blood flow velocity and characteristics (6, 7, 20). A significant advantage of this method over X-ray imaging is the absence of ionizing radiation during the examination. Meanwhile, the disadvantages of MRI examinations include the long duration of the procedure, the impossibility to perform the examination in patients with metal implants or claustrophobia, and intolerance to contrast agents (6, 7). In general, each imaging method has its own advantages and disadvantages; therefore, the choice of method for visualizing pathological venous drainage remains with the treating physician, who must take into account all the “strengths” and “weaknesses” of different diagnostic tests.

Conclusion

Computed tomography pharmaco-cavernosography is a modern medical imaging method that provides a comprehensive understanding of the anatomy and structure of pathological venous drainage in patients with vasculogenic erectile dysfunction. The use of this method allows for the most effective selection of patients with ED for possible surgical treatment (open vein ligation, X-ray-endovascular embolization). Moreover, due to the effective identification of all pathways of accelerated venous outflow from the penis, the use of CT may improve surgical outcomes in patients with venogenic erectile dysfunction. Further investigation of the capabilities of computed tomography pharmaco-cavernosography and optimization of examination protocols may allow minimizing radiation exposure to the patient and reducing the amount of contrast agent.

Список литературы [References]

1. Клинические рекомендации “Эректильная дисфункция”. Минздрав России, 2025.
Clinical guidelines for erectile dysfunction. Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russian)
<https://legalacts.ru/doc/klinicheskie-rekomendatsii-erektilnaja-disfunktsija-utv-minzdravom-rossii/>
2. Corona G., Cucinotta D., Di Lorenzo G. et al. The Italian Society of Andrology and Sexual Medicine (SIAMS), along with ten other Italian Scientific Societies, guidelines on the diagnosis and management of erectile dysfunction. *J. Endocrinol. Invest.* 2023, 46 (6), 1241–1274.
<http://doi.org/10.1007/s40618-023-02015-5>
3. Иоселиани Д.Г., Рапопорт Л.М., Семитко С.П., Асадов Д.А., Петровский Н.В., Безруков Е.А., Чиненов Д.В., Королев Д.О., Лукьянова М.Е., Колединский А.Г. Эректильная дисфункция: современное состояние проблемы, методы диагностики и рентгенэндохирургического лечения. *Андрология и генитальная хирургия.* 2024, 3, 24–35.
<http://doi.org/10.62968/2070-9781-2024-25-3-24-35>
4. Ioseliani D.G., Rapoport L.M., Semitko S.P. et al. Erectile dysfunction: current state of the problem, diagnostic methods and X-ray endoscopic surgical treatment. *Andrology and genital surgery.* 2024, 3, 24–35. <http://doi.org/10.62968/2070-9781-2024-25-3-24-35> (In Russian)
4. Ye T., Li J., Li L., Yang L. Computed tomography cavernosography combined with volume rendering to observe venous leakage in young patients with erectile dysfunction. *Br. J. Radiol.* 2018, 91 (1091), 20180118.
<http://doi.org/10.1259/bjr.20180118>

5. Hoppe H., Hirschle D., Schumacher M.C. et al. Erectile dysfunction: role of computed tomography cavernosography in the diagnosis and treatment planning of venous leak. *CVIR Endovasc.* 2023, 6 (1), 56. <http://doi.org/10.1186/s42155-023-00403-9>
6. Kurbatov D.G., Kuznetsky Y.Y., Kitaev S.V., Brusensky V.A. Magnetic resonance imaging as a potential tool for objective visualization of venous leakage in patients with veno-occlusive erectile dysfunction. *Int. J. Impot. Res.* 2008, 20 (2), 192–198. <http://doi.org/10.1038/sj.ijir.3901607>
7. Roudenko A., Wilcox Vanden Berg R.N., Song C. et al. Utility of dynamic MRA in the evaluation of male erectile dysfunction. *Abdom. Radiol.* 2020, 45, 1990–2000. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02339-y>
8. Panchatsharam P.K., Durland J., Zito P.M. Physiology, Erection. [Updated 2023 May 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513278/>
9. Xu C.C., Pan Y.N., Tang Y.F. et al. Comprehensive assessment of cavernosography with 320-row dynamic volume CT versus conventional cavernosography in erectile dysfunction patients caused by venous leakage. *Biosci. Rep.* 2017, 37 (3), BSR20170112. <http://doi.org/10.1042/BSR20170112>
10. Mulhall J.P., Goldstein I., Bushmakin A.G. et al. Validation of the erection hardness score. *J. Sex. Med.* 2007, 4 (6), 1626–1634. <http://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2007.00600.x>
11. Varela C.G., Yeguas L.A.M., Rodríguez I.C., Vila M.D.D. Penile Doppler Ultrasound for Erectile Dysfunction: Technique and Interpretation. *Am. J. Roentgenol.* 2020, 214 (5), 1112–1121. <http://doi.org/10.2214/AJR.19.22141>
12. Chen L., Xu L., Wang J. et al. Diagnostic Accuracy of Different Criteria of Pharmaco-penile Duplex Sonography for Venous Erectile Dysfunction. *J. Ultrasound Med.* 2019, 38 (10), 2739–2748. <http://doi.org/10.1002/jum.14982>
13. Pryor J.P. Cavernosography. *Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.)*. 1982, 285 (6353), 1443. <http://doi.org/10.1136/bmj.285.6353.1443>
14. Wespes E., Schulman C. Venous impotence: pathophysiology, diagnosis and treatment. *J. Urol.* 1993, 149 (5, Pt 2), 1238–1245. [http://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)36358-9](http://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)36358-9)
15. Porst H., van Ahlen H., Vahlensieck W. Relevance of dynamic cavernosography to the diagnosis of venous incompetence in erectile dysfunction. *J. Urol.* 1987, 137 (6), 1163–1167. [http://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)44435-1](http://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)44435-1)
16. Wespes E., Schulman C.C. Venous leakage: surgical treatment of a curable cause of impotence. *J. Urol.* 1985, 133 (5), 796–798. [http://doi.org/10.1016/s0022-5347\(17\)49231-7](http://doi.org/10.1016/s0022-5347(17)49231-7)
17. Колединский А.Г., Сидельников А.В., Ширяев А.И. Первый опыт использования трансбазиллярного доступа для эмболизации вен простатического сплетения при лечении эректильной дисфункции. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии.* 2020, 3 (62): 9–16. Koledinsky A.G., Sidenikov A.V., Shiryayev A.I. First experience of using the transbasilar approach for prostatic venous plexus embolization during the erectile dysfunction treatment. *International Journal of Interventional Cardiology.* 2020, 3 (62), 9–16. (In Russian)
18. Doppalapudi S.K., Wajswol E., Shukla P.A. et al. Endovascular Therapy for Vasculogenic Erectile Dysfunction: A Systematic Review and Meta-Analysis of Arterial and Venous Therapies. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2019, 30 (8), 1251–1258.e2. <http://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.01.024>
19. Иоселиани Д.Г., Колединский А.Г., Семитко С.П., Рапопорт Л.М., Асадов Д.А., Петровский Н.В., Гюльмисарян К.В., Фоменко В.В., Кибец С.А., Чернышева И.Е., Глыбочко П.В. Клинический случай успешного эндоваскулярного лечения рецидива венокорпоральной эректильной дисфункции с использованием жидкого неадгезивного эмболизирующего агента “КАП”. *Consilium Medicum.* 2025, 27 (1), 18–25. <http://doi.org/10.26442/20751753.2025.1.203096>
20. Ioseliani D.G., Koledinskiy A.G., Semitko S.P. et al. Successful endovascular treatment of recurrent venocorporeal erectile dysfunction using a liquid non-adhesive embolizing agent “KAP”. Case report. *Consilium Medicum.* 2025, 27 (1), 18–25. <http://doi.org/10.26442/20751753.2025.1.203096> (In Russian)
20. Di Serafino M., Pucci L., Iacobellis F. et al. MRI-Cavernosography: A New Diagnostic Tool for Erectile Dysfunction Due to Venous Leakage: A Diagnostic Chance. *Diagnostics.* 2023, 13, 2178. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13132178>

Сведения об авторах [Authors info]

Гюльмисарян Карен Вадимович – врач-рентгенолог кабинета компьютерной томографии лечебно-диагностического отделения Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-8985-2220>. E-mail: karengulmisaryan@gmail.com

Семитко Сергей Петрович – доктор мед. наук, директор Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра; профессор кафедры интервенционной кардиоангиологии ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1268-5145>

Колединский Антон Геннадьевич – доктор мед. наук, профессор, руководитель регионального сосудистого центра ГБУЗ МО “Сергиев-Посадская больница”; профессор кафедры госпитальной терапии с курсами эндокринологии, гематологии и клинической лабораторной диагностики Медицинского института ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России; заместитель главного врача по сердечно-сосудистой хирургии ООО “СМ-Клиника” на Волгоградском проспекте, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7274-0276>. E-mail: koledant@mail.ru

Асадов Джамил Арифович – канд. мед. наук, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра; доцент кафедры интервенционной кардиоангиологии ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>. E-mail: asadov_djamil@mail.ru

Фоменко Виктория Владимировна – канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2124-7929>. E-mail: fomenko-victoria90@mail.ru

Иоселиани Давид Георгиевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой интервенционной кардиоангиологии, почетный директор Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6425-7428>. E-mail: davidgi@mail.ru

* **Адрес для переписки:** Гюльмисарян Карен Вадимович – e-mail: karengulmisaryan@gmail.com

Karen V. Guilmisarian – radiologist of the computed tomography room of the treatment and diagnostic department, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-8985-2220>. E-mail: karengulmisaryan@gmail.com

Sergey P. Semitko – Doct. of Sci. (Med.), Director of Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology, Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1268-5145>

Anton G. Koledinsky – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the regional vascular center, Sergiev Posad Hospital, Moscow region; Professor of the Department of Hospital Therapy with courses in endocrinology, hematology and clinical laboratory diagnostics at the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University); Head of the Cardiology and Cardiovascular Service SM-Clinic on Volgogradsky Prospekt, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5112-3068>

Dzhamil A. Asadov – Cand. of Sci. (Med.), Physician, Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology; Associate Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>. E-mail: asadov_djamil@mail.ru

Victoria V. Fomenko – Cand. of Sci. (Med.), specialist on radioendovascular diagnostics and treatment of the Scientific and Practical Center for Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2124-7929>. E-mail: fomenko-victoria90@mail.ru

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

* **Address for correspondence:** Karen V. Guilmisarian – e-mail: karengulmisaryan@gmail.com

Статья получена 1 декабря 2025 г.
Manuscript received on December 1, 2025.

Принята в печать 5 февраля 2026 г.
Accepted for publication on February 5, 2026.

ISSN 1727-818X (Print); ISSN 2587-6198 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-25>

Непосредственные клиничко-ангиографические результаты механической реканализации и стентирования хронических окклюдий коронарных артерий у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца

П.Я. Сковран^{1*}, А.М. Бабунашвили^{1,2}, А.С. Журавлев¹,
С.П. Семитко¹, Н.В. Церетели¹, Д.Г. Иоселиани¹

¹ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии Клинического центра, Москва, Россия

² Центр эндохирургии и литотрипсии, Москва, Россия

Цель исследования: оценить влияние механической реканализации и стентирования хронических окклюдий коронарных артерий (ХОКА) на клинические и функциональные результаты у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца (ХИБС), а также определить частоту периоперационных осложнений.

Материал и методы. В ретроспективное исследование включены 50 пациентов с ХИБС, которым выполнены механическая реканализация и стентирование ХОКА. В течение внутригоспитального периода и последующих 30 дней анализировались показатели ангиографического успеха, частота ранних периоперационных осложнений и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, а также динамика клинического состояния пациентов, включая выраженность стенокардии напряжения по шкале Canadian Cardiovascular Society (CCS), функциональный класс (ФК) хронической сердечной недостаточности по классификации NYHA и эхокардиографические параметры.

Результаты. Частота периоперационных осложнений составила 6%: отмечен 1 (2%) случай крупной гематомы в зоне сосудистого доступа, 1 (2%) случай развития контраст-индуцированной нефропатии и 1 (2%) случай перфорации коронарной артерии, что потребовало экстренной имплантации стент-графта. Клиническое улучшение зарегистрировано у 32 (64%) больных: ФК стенокардии снизился с III до II CCS ($p < 0,001$). Значимого изменения фракции выброса и структурно-объемных параметров ЛЖ по ЭхоКГ не выявлено: ФВ ($p = 0,904$), КДО ($p = 0,498$), КСО ($p = 0,552$).

Заключение. Реканализация ХОКА сопровождается уменьшением выраженности симптомов стенокардии (улучшение ФК по CCS) у большинства пациентов при приемлемой частоте осложнений и не приводит к существенному улучшению сократительной функции ЛЖ в ранние сроки наблюдения.

Ключевые слова: хроническая окклюзия коронарной артерии; хроническая ишемическая болезнь сердца; механическая реканализация; ангиографический успех процедуры; периоперационные осложнения; клинический эффект; непосредственные результаты

Для цитирования: П.Я. Сковран, А.М. Бабунашвили, А.С. Журавлев, С.П. Семитко, Н.В. Церетели, Д.Г. Иоселиани. Непосредственные клиничко-ангиографические результаты механической реканализации и стентирования хронических окклюдий коронарных артерий у пациентов с ХИБС. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2025; 83 (4): 25–38.
<https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-25>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

Immediate clinical and angiographic outcomes of mechanical recanalization and stenting of chronic coronary occlusions in patients with chronic coronary heart disease

P.Ya. Skovran^{1*}, A.M. Babunashvili^{1, 2}, A.S. Zhuravlev¹, S.P. Semitko¹,
N.V. Tsereteli¹, D.G. Ioseliani¹

¹ Sechenov First Moscow State Medical University, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Clinical Center, Moscow, Russia

² Center for Endosurgery and Lithotripsy, Moscow, Russia

Objective. To evaluate the impact of mechanical recanalization and stenting of chronic coronary occlusions (CCO) on clinical and functional outcomes in patients with chronic CHD, and to determine the incidence of perioperative complications.

Material and Methods. The retrospective study involved 50 patients with chronic CHD who underwent mechanical recanalization and stenting of CCO. During the in-hospital period and the subsequent 30 days, angiographic success rates, the incidence of early perioperative complications and adverse cardiovascular events, as well as changes in clinical status of the patients were analyzed, including the severity of exertional angina according to the Canadian Cardiovascular Society (CCS) scale, the functional class of chronic heart failure according to the New York Heart Association (NYHA) classification, and echocardiographic parameters.

Results. The incidence of perioperative complications was 6%: one case (2%) of a large hematoma at the vascular access site, one case (2%) of contrast-induced nephropathy, and one case (2%) of coronary artery perforation that required urgent stent-graft implantation. Clinical improvement was registered in 32 (64%) patients: the angina functional class decreased from class III to class II by CCS ($p < 0.001$). EchoCG did not reveal any significant changes in ejection fraction or structure and volume parameters of the left ventricle: ejection fraction (EF) ($p = 0.904$), end-diastolic volume (EDV) ($p = 0.498$), end-systolic volume (ESV) ($p = 0.552$).

Conclusion. Recanalization of CCO is associated with a reduction in the severity of angina symptoms (improvement in CCS functional class) in the majority of patients, with an acceptable complication rate, and does not result in significant improvement of LV contractile function in the early observation period.

Keywords: chronic coronary occlusion; chronic coronary heart disease; mechanical recanalization; angiographic success of the procedure; perioperative complications; clinical effect; immediate outcomes

For citation: P.Ya. Skovran, A.M. Babunashvili, A.S. Zhuravlev, S.P. Semitko, N.V. Tsereteli, D.G. Ioseliani. Immediate clinical and angiographic outcomes of mechanical recanalization and stenting of chronic coronary occlusions in patients with chronic coronary heart disease. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2025; 83 (4): 25–38. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-25>

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

Краткий тезис

В статье представлены непосредственные клинические и ангиографические результаты механической реканализации и стентирования хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА) у пациентов с хронической ишемической болезнью сердца. Механическая реканализация ХОКА сопровождается высоким уровнем ангиографического успеха и приводит к улучшению клинического статуса пациента, уменьшению выраженности стенокардии напряжения по шкале CCS (Canadian Cardiovascular Society). При этом частота ранних периоперационных осложнений остается на приемлемом уровне и не превышает

данных крупных регистров. В ранние сроки наблюдения достоверного улучшения сократительной функции и структурно-объемных показателей левого желудочка не выявлено.

Список сокращений

ХОКА – хроническая окклюзия коронарных артерий

ХТО – хроническая тотальная окклюзия

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ЛЖ – левый желудочек

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

ФК – функциональный класс

ХМ – холтеровское мониторирование

КАГ – коронароангиография
 КШ – коронарное шунтирование
 КА – коронарная артерия
 ЛП – левое предсердие

Введение

Хронические окклюзии коронарных артерий (ХОКА) до настоящего времени остаются одними из наиболее сложных и неоднозначных патологий сердечно-сосудистой системы в плане выбора стратегии лечения. ХОКА определяется у каждого пятого пациента с ишемической болезнью сердца (ИБС) при коронароангиографии (КАГ) (1, 2).

По данным А.М. Бабунашвили и соавт., реканализация и ангиопластика окклюзированных сегментов коронарной артерии (КА) приблизительно давностью окклюзии не более 1 года являются клинически эффективной процедурой (при наличии большой области жизнеспособного миокарда) (3).

Механическая реканализация хронической тотальной окклюзии (ХТО) является одним из наиболее сложных интервенционных вмешательств: частота успешных операций значительно ниже, чем при чрескожном коронарном вмешательстве (ЧКВ) неокклюзионных поражений КА, а частота периоперационных осложнений достигает 10% (4).

Среди основных перипроцедуральных осложнений механической реканализации ХОКА можно выделить: перфорацию КА вследствие применения жестких проводников, агрессивной стратегии реканализации. В регистре OPEN-СТО данное осложнение зафиксировано у 8,8% пациентов (4). При применении ретроградной техники реканализации перфорация эпикардальных коллатералей возникает примерно в 1–3% случаев, в то время как перфорация септальных коллатералей возникает с частотой до 10% (5). Тампонада сердца, возникающая вследствие значимой перфорации артерии, встречается около 0,5–1%. В свою очередь, другие осложнения, связанные с диссекцией КА при проведении реканализации ХОКА (ухудшение антеградного коронарного кровотока по шкале TIMI, усугубление ишемии миокарда, необходимость экстренного стентирования), возникают с частотой \approx 5–10% (6). Частота перипроцедурного острого инфаркта миокарда, по данным регистра OPEN-СТО, составила 2,6%, а частота жизнеугрожающих аритмий доходит до 1,2% (4). Госпитальной смертность, по данным регистра OPEN-СТО, составляет около 0,4% (7). К другим, более редким осложнениям, возникающим менее чем в 1% случаев, относят

развитие контраст-индуцированной нефропатии, кровотечения в области сосудистого доступа, острое нарушение мозгового кровообращения, лучевое повреждение кожи и др. (8).

Высокая частота развития перипроцедурных осложнений, более низкая частота успешных операций в сравнении с интервенционным лечением стенотических поражений КА послужили предпосылкой для проведения настоящего исследования, целью которого явилась оценка непосредственных результатов лечения, выявление процента успешно выполненных операций, а также анализ перипроцедурных осложнений.

Материал и методы

В многоцентровое ретроспективное исследование было включено 50 пациентов с ХОКА, которые находились на стационарном лечении в период с 2005 по 2018 г.

Данной когорте пациентов с хронической ишемической болезнью сердца (ХИБС) была выполнена успешная механическая реканализация ХОКА.

Показаниями к эндоваскулярному лечению этой патологии была совокупность клинических, инструментальных, а также ангиографических данных: клиническая картина состояла из приступов стенокардии напряжения или ее эквивалентов, которые снижали качество жизни пациента. Верификация ишемии миокарда проводилась с помощью инструментальных методов обследования, функциональных проб, а также визуализирующих методов диагностики ИБС.

Дизайн исследования представлен на рис. 1.

В исследуемой когорте подавляющее большинство пациентов были лица мужского пола (82%), медиана возраста больных – 56 (50–63) лет. Медианный индекс массы тела составил 29,6 (27,2–31,5), ожирением страдали 46% исследуемых.

Среди факторов риска ИБС наиболее часто встречались: артериальная гипертензия (92%) и гиперлипидемия (80%), тогда как курение выявлено у 42% (21 человек) больных, сахарный диабет – у 32% (16), отягощенная наследственность – у 34% (17).

Сердечно-сосудистый анамнез характеризовался высокой частотой перенесенного инфаркта миокарда – 44 (88%) человека, ранее перенесенного ЧКВ (66%) и хронической сердечной недостаточности IIA стадии и выше (22%). Мультифокальный атеросклероз двух и более сосудистых артериальных бассейнов отмечался у 28% пациентов.

Клинико-демографические данные представлены в табл. 1.

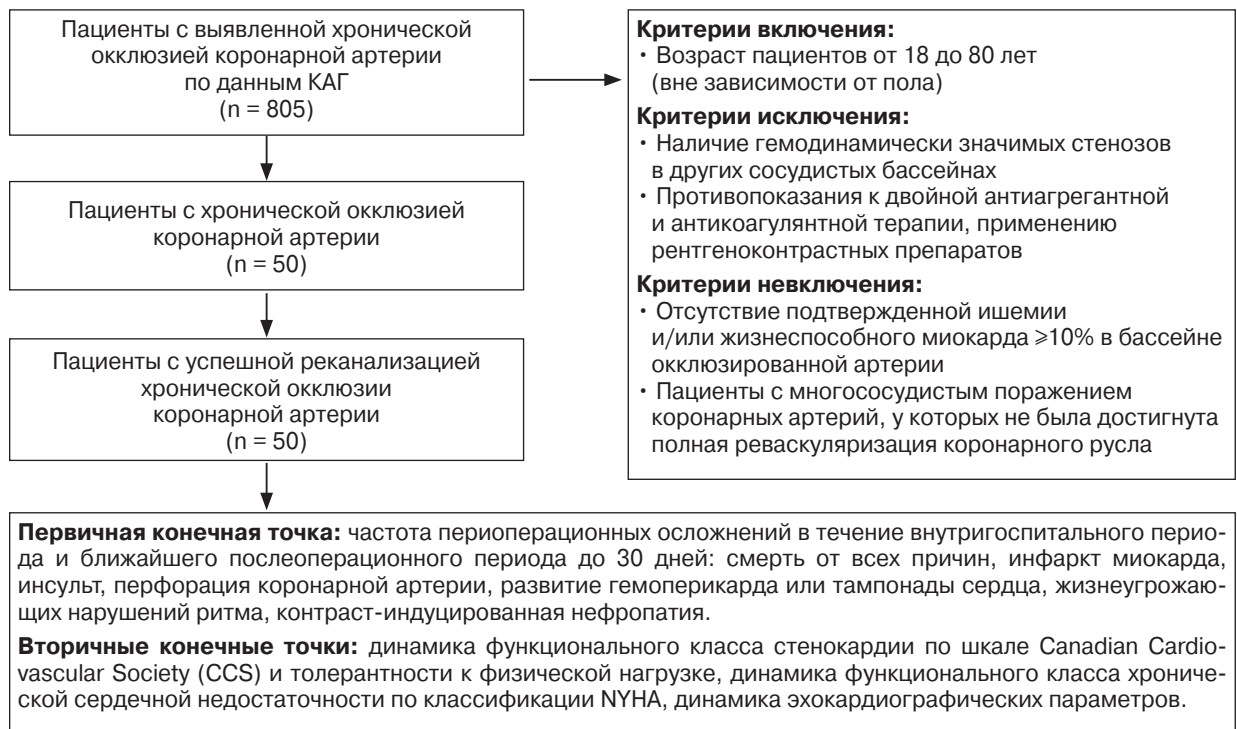


Рис. 1. Дизайн исследования.

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика исследуемой когорты

Признак	Группа со стентированием ХОКА (n = 50)
Возраст, Ме (Q1–Q3), годы	56 (50–63)
Мужской пол, n (%)	41 (82)
Рост, Ме (Q1–Q3), см	1,75 (1,7–1,8)
Масса тела, Ме (Q1–Q3), кг	90 (85–98)
Индекс массы тела, Ме (Q1–Q3)	29,6 (27,2–31,5)
Факторы риска ишемической болезни сердца	
Курение, n (%)	21 (42)
Артериальная гипертензия, n (%)	46 (92)
Сахарный диабет, n (%)	16 (32)
Ожирение, n (%)	23 (46)
Гиперлипидемия, n (%)	40 (80)
Отягощенная наследственность, n (%)	17 (34)
Сердечно-сосудистые заболевания	
Острый инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	44 (88)
Фибрилляция предсердий, n (%)	5 (10)
Чрескожное коронарное вмешательство, n (%)	33 (66)
Мультифокальный атеросклероз	
1 бассейн, n (%)	36 (72)
2 бассейна, n (%)	10 (20)
Более 2 бассейнов, n (%)	4 (8)
Сопутствующая патология	
Сахарный диабет, n (%)	16 (32)
Язвенная болезнь, n (%)	7 (14)
Анемия, n (%)	2 (4)
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	5 (10)
Заболевания легких, n (%)	8 (16)
Системные воспалительные заболевания, n (%)	11 (22)

В исследуемой когорте у большинства пациентов исходно отмечалась стенокардия напряжения: III функционального класса (ФК) у 68%, II ФК у 26%, IV ФК у 6% исследуемых.

В первые 30 дней после проведенного исследования было оценено проявление стенокардии напряжения по канадской шкале стенокардии во время повторной явки на консультацию или по данным осмотров единой электронной медицинской карты пациентов по месту жительства.

В исследуемой группе недостаточность кровообращения представлена преимущественно I ФК по NYHA – 33 (66%) пациентов, II и III ФК встречаются значительно реже – 11 (22%) и 2 (4%) пациента соответственно.

Почечная функция у 34% пациентов была сохранена, легкое снижение функции почек (II стадия хронической болезни почек) было выявлено у 62%, 3А стадии – у 4% (2 пациента).

С целью верификации ишемии миокарда использовались различные неинвазивные диагностические методы обследований: нагрузочные ЭКГ-пробы (с физической нагрузкой), трансторакальное ультразвуковое исследование (УЗИ) сердца с фармакологической пробой или физической нагрузкой (стресс-ЭхоКГ), сцинтиграфия миокарда с радиофармпрепаратом.

У 10% пациентов нагрузочный тест не выполнялся в связи с наличием противопоказаний.

Всем пациентам выполнялся комплексный предгоспитальный скрининг, включающий стандартные общеклинические лабораторные исследования, а также ЭКГ, ЭхоКГ, холтеровское мониторирование (ХМ) ЭКГ.

Структурно-функциональное состояние левого желудочка (ЛЖ) оценивалось по основным показателям трансторакального УЗИ сердца, исходно – при поступлении в стационар, контрольно – в первые 30 дней после проведенного вмешательства посредством повторной явки на консультацию и дообследование либо по данным осмотров единой электронной медицинской карты пациентов по месту жительства.

Медикаментозная подготовка пациентов

За 72 ч до проведения эндоваскулярной диагностики и лечения всем пациентам инициировалась бикомпонентная дезагрегатная терапия. Пациентам со сниженной почечной функцией (скорость клубочковой фильтрации <60 мл/мин по формуле Кокрофта–Голта) за 12 ч до начала ангиопластики была проведена гидратационная или инфузионная терапия.

Для качественной и количественной оценки ХТО использовались следующие общепризнан-

ные шкалы: анатомическая характеристика ХОКА и степень сложности поражения определялись шкалой Syntax Score, коллатеральное кровообращение оценивалось в соответствии с классификациями Rentrop и Werner (9–11).

Для прогнозирования успешности и эффективности процедуры механической реканализации использовалась японская система оценки ХТО (J-СТО) (11).

Стратегия реканализации ХОКА была оставлена на усмотрение оперирующего врача.

Ангиографическим успехом считали сочетание полученного антеградного кровотока TIMI III и отсутствие осложнений в виде диссекции стенки артерии и эмболизации дистального русла.

Клиническим успехом считались снижение или полное избавление от симптоматики стенокардии напряжения или ее эквивалентов, снижение ФК стенокардии по канадской классификации (CCS), а также положительная динамика хронической сердечной недостаточности, которая оценивалась по клиническим стадиям проявления заболевания, а также по ФК, согласно классификации NYHA.

Функциональное состояние ЛЖ после проведенного эндоваскулярного лечения ХОКА оценивали с помощью рутинных инструментальных методов обследований сердечно-сосудистой системы: ЭКГ, ЭхоКГ, ХМ ЭКГ.

Цели исследования

Первичной конечной точкой исследования являлась **оценка безопасности** реваскуляризации ХОКА, которая включала в себя частоту периоперационных осложнений в течение внутриагитального периода и ближайшего послеоперационного периода до 30 дней: смертность от всех причин, инфаркт миокарда, инсульт, перфорация КА, развитие гемоперикарда или тампонады сердца, жизнеугрожающих нарушений ритма, контраст-индуцированной нефропатии.

Вторичной конечной точкой исследования была **оценка клинической эффективности**: динамика ФК стенокардии по шкале Canadian Cardiovascular Society (CCS), динамика ФК хронической сердечной недостаточности по классификации NYHA, оценка динамики ЭхоКГ-параметров.

Статистическая обработка результатов

При проведении статистической обработки результатов использовали программное обеспечение IBM SPSS Statistics 27.0 (США). При проверке нормальности распределения использовали метод Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса. При нормальном распределении

количественные показатели представляли как среднее арифметическое (M) со стандартным отклонением (\pm SD) и 95% доверительным интервалом (95% ДИ). В случае отклонения данных от нормального распределения использовали медиану (Me) с интерквартильным размахом (25–75%). Номинальный показатель представлялся абсолютным числом наблюдений, приведена процентная доля признака в подгруппах. Для оценки связанных совокупностей применялся критерий Уилкоксона. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты

На основании полученных данных после проведенной диагностической коронарографии были получены следующие ангиографические характеристики венечного русла и ХТО. У преобладающего большинства пациентов отмечался правый тип коронарного кровообращения – 44 (88%) человека, медианное значение индекса Syntax составило 17,8, что свидетельствует об умеренной анатомической сложности поражений.

Наиболее часто хроническая окклюзия выявлялась в бассейне правой КА (54%), реже – передней межжелудочковой ветви (38%) и огибающей артерии (8%). Коллатеральное кровообращение по шкале Rentrop в среднем оценивалось в 1 балл. Медианное значение CC по Werner составило 1 (Q1–Q3: 1–2), средний балл по шкале J-СТО – 2. Данные коронарографии представлены в табл. 2.

Непосредственный ангиографический успех был достигнут у 49 (98%) пациентов. Медианное количество имплантированных в область ХТО стентов составило 2,5. Из 130 имплантированных стентов 85 (65,4%) относились к стентам с лекарственным покрытием, 39 (30%) – к голометаллическим, а оставшиеся 6 (4,61%) – к стентам с биodeградируемым каркасом.

Среднее время проведения ангиографического исследования и чрескожного вмешательства составило 122 ± 55 мин (95% ДИ 106–138), количество использованного контрастного вещества на одного пациента составило 250 ± 110 мл (95% ДИ 219–281).

Результат анализа первичной конечной точки

Осложнения, возникшие в результате проведения эндоваскулярной механической реканализации ХОКА, отмечали в 3 (6%) случаях. Сосудистые осложнения зафиксированы только в 1 (2%) случае – образование крупной гемато-

Таблица 2. Данные исходной коронароангиографии

Локализация ХОКА	
Правая коронарная артерия, n (%)	27 (54)
Передняя межжелудочковая ветвь, n (%)	19 (38)
Огибающая ветвь, n (%)	4 (8)
Правый тип коронарного кровообращения, n (%)	44 (88)
Левый тип коронарного кровообращения, n (%)	4 (8)
Сбалансированный тип коронарного кровообращения, n (%)	2 (4)
Rentrop, Me (Q1–Q3)	1 (1–2)
CC, Me (Q1–Q3)	1 (1–2)
J-СТО, Me (Q1–Q3)	2 (1–3)
Наличие осложнения, n (%)	3 (6)

мы (>10 см) в области пункции бедренной артерии (случаев значимых кровотечений, ложных аневризм или артериовенозных фистул не отмечено). Контраст-индуцированная нефропатия зарегистрирована в 1 (2%) случае, однако замещающая почечная терапия (гемодиализ) не потребовалась. В 1 (2%) случае произошла перфорация КА, что потребовало экстренной имплантации стент-графта. Образование гемоперикарда не наблюдалось.

За период наблюдения не было зафиксировано иных клинических и ангиографических осложнений механической реканализации ХОКА.

Результат анализа вторичной конечной точки

Согласно данным, определяется статистически значимое снижение выраженности стенокардии при анализе ФК стенокардии по классификации CCS после реваскуляризации ХОКА ($p < 0,001$) (рис. 2).

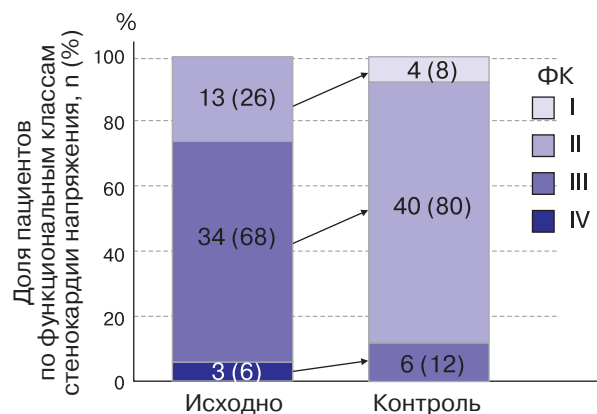


Рис. 2. Динамика функционального класса стенокардии по классификации Canadian Cardiovascular Society (CCS) до и после реваскуляризации хронической окклюзии коронарной артерии.

Таблица 3. Анализ динамики эхокардиографических данных

Признак	Значение исходно	Значение при внутригоспитальном контроле	p
Фракция выброса, Me (Q1–Q3), %	54 (50–60)	54 (50–60)	0,904
Конечно-диастолический объем, Me (Q1–Q3), мл	130 (119–149)	130 (117–149)	0,498
Конечно-систолический объем, Me (Q1–Q3), мл	64 (51–85)	63,5 (51–85)	0,552
Размер левого предсердия, Me (Q1–Q3), мм	38 (34–41)	38 (34–41)	1,000

64% пациентов (n = 32) отметили снижение выраженности симптомов стенокардии, у 36% пациентов выраженность симптомов осталась на прежнем уровне.

ФК хронической сердечной недостаточности по NYHA статистически значимо не изменился (p = 0,763).

Функциональное состояние ЛЖ после проведенного интервенционного вмешательства значимо не улучшилось: основные показатели (ФВ, КДО, КСО, размер левого предсердия (ЛП)) не претерпели изменений в сравнении с исходными данными (табл. 3).

Согласно полученным данным, ФВ ЛЖ после реканализации ХОКА статистически значимо не изменилась (p = 0,904). Также не было обнаружено статистически значимого изменения КДО (p = 0,498), КСО (p = 0,552) и размера ЛП (p = 1,000).

Ограничения

Основным лимитирующим фактором исследования является его ретроспективный характер, а также относительно небольшая по размеру когорта исследуемых. Также стоит отметить, что оперирующие хирурги обладали различным опытом выполнения данных операций.

Обсуждение

Как уже отмечалось, интервенционное лечение ХОКА сопряжено как с более низким числом успешно проведенных операций, так и с высоким числом периоперационных осложнений в сравнении с ЧКВ неокклюзионных поражений.

Частота периоперационных осложнений составила 6%, что согласуется с данными крупных регистров (2, 12); осложнения не привели к летальным исходам.

При контрольном обследовании 64% пациентов (n = 32) отметили снижение выраженности симптомов стенокардии и регресс жалоб; к подобным выводам пришли авторы ряда исследований (13, 14).

Однако в нашем исследовании не было получено достоверного прироста ФВ ЛЖ, а также

изменений в полостях сердца. Это согласуется с данными зарубежных коллег: крупные рандомизированные исследования (15, 16) не показали значительного улучшения насосной функции сердца после успешной реканализации ХОКА у пациентов с исходно сохранной ФВ ЛЖ (более 50%). Однако восстановление активности/работоспособности “гибернарованного миокарда” после реканализации артерии может произойти и в более поздние сроки наблюдения: так, в исследовании 2008 г. изучалось влияние восстановленного кровотока на работу “спящего” миокарда, в котором отмечается, что восстановление функции миокарда ЛЖ после реваскуляризации целевого сосуда начинается через 3–6 мес и продолжается до 2 лет (17).

Ряд авторов отмечают положительное влияние интервенционного лечения хронической окклюзии на функциональное состояние ЛЖ у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ (ФВ < 40%); механическая реканализация ХОКА привела к статистически значимому приросту ФВ ЛЖ с $31,3 \pm 7,4\%$ до $37,6 \pm 8,1\%$ (p < 0,001), по данным A.R. Galassi и соавт., увеличение ФВ с $29,1 \pm 3,4\%$ до $41,6 \pm 7,9\%$ – по данным M. Cardona и соавт. (18, 19).

Тем не менее результаты проведенного исследования отражают реалии рутинной клинической практики и дают возможность выбрать оптимальную тактику ведения пациентов с этой сложной и малоизученной патологией, взвешивая потенциальную пользу от проводимого лечения с риском развития осложнений.

Заключение

Восстановление кровотока в хронически окклюзированной коронарной артерии в ближайшем послеоперационном периоде улучшает клиническое течение ишемической болезни сердца: уменьшает частоту проявления симптомов стенокардии напряжения, увеличивает толерантность к физическим нагрузкам, повышает качество жизни при сравнительно низкой (6%) частоте неблагоприятных событий.

Abstract

The article presents immediate clinical and angiographic outcomes of mechanical recanalization and stenting of chronic coronary occlusions in patients with chronic coronary heart disease. Mechanical recanalization of CCO is associated with high level of angiographic success and leads to improvement of patient's clinical status and decrease of exertional angina severity according to CCS scale (Canadian Cardiovascular Society). At that, incidence of early perioperative complications remains at the acceptable level and does not exceed data from large registries. In the early observation period, there was no significant improvement in contractile function and structure and volume parameters of the left ventricle.

Abbreviations

CCO – chronic coronary occlusion
 CTO – chronic total occlusion
 CHD – coronary heart disease
 CCHD – chronic coronary heart disease
 LV – left ventricle
 PCI – percutaneous coronary intervention
 FC – functional class
 CKD – chronic kidney disease
 CAG – coronary angiography
 CABG – coronary artery bypass grafting

Introduction

To this day, chronic coronary occlusion (CCO) remains one of the most challenging and controversial cardiovascular condition in terms of choice of a treatment strategy. Chronic coronary occlusion is identified by coronary angiography in every fifth patient with CHD (1, 2).

According to A.M. Babunashvili et al., recanalization and angioplasty of occluded coronary artery segments with an occlusion duration of approximately no more than 1 year is a clinically effective procedure (provided that a large area of viable myocardium is present) (3).

Mechanical recanalization of CTO is one of the most challenging interventions: its success rate is significantly lower than that of percutaneous coronary intervention (PCI) for non-occlusive coronary lesions, while the rate of perioperative complications reaches up to 10% (4).

Among the main periprocedural complications of mechanical recanalization of CCO are coronary artery (CA) perforation due to the use of stiff guidewires and an aggressive recanalization strategy. In the OPEN-CTO registry, this complication was

registered in 8.8% of patients (4). With the use of the retrograde recanalization technique, perforation of epicardial collaterals occurs in approximately 1–3% of cases, whereas perforation of septal collaterals occurs in up to 10% of cases (5). Cardiac tamponade resulting from significant arterial perforation occurs in approximately 0.5–1% of cases. Other complications associated with coronary artery dissection during recanalization of CCO (deterioration of antegrade coronary blood flow according to TIMI scale, worsening of myocardial ischemia, need for urgent stenting) occur with a frequency of ≈5–10% (6). According to the mentioned above OPEN-CTO registry, the rate of periprocedural acute myocardial infarction is 2.6%, and rate of life-threatening arrhythmias is up to 1.2% (4). According to the large OPEN-CTO registry, in-hospital mortality rate is about 0.4% (7). Other, rarer complications occurring in less than 1% of cases include the contrast-induced nephropathy, bleeding in the area of vascular access, acute cerebrovascular accident, radiation injury to the skin, and others (8).

The high incidence of periprocedural complications and the lower rate of procedural success compared with interventional treatment of stenotic coronary lesions served as the rationale for this study, the aim of which was to assess the immediate treatment outcomes, determine the percentage of successfully performed procedures, and analyze periprocedural complications.

Material and Methods

This multicenter retrospective study included 50 patients with chronic coronary occlusion who received in-hospital treatment between 2005 and 2018.

In this cohort of patients with chronic coronary heart disease (CCHD), successful mechanical recanalization of CCO was performed.

Indications for endovascular treatment of this condition were based on a combination of clinical, instrumental, and angiographic data: the clinical presentation consisted of episodes of exertional angina or its equivalents that reduced the patient's quality of life. Myocardial ischemia was confirmed by means of instrumental examinations, functional tests, and imaging techniques for CHD diagnostics.

The study design is presented on Fig. 1.

In the study cohort, the vast majority of patients were male (82%); the median age was 56 years (50–63). The median body mass index was 29.6 (27.2–31.5); 46% of patients were obese.

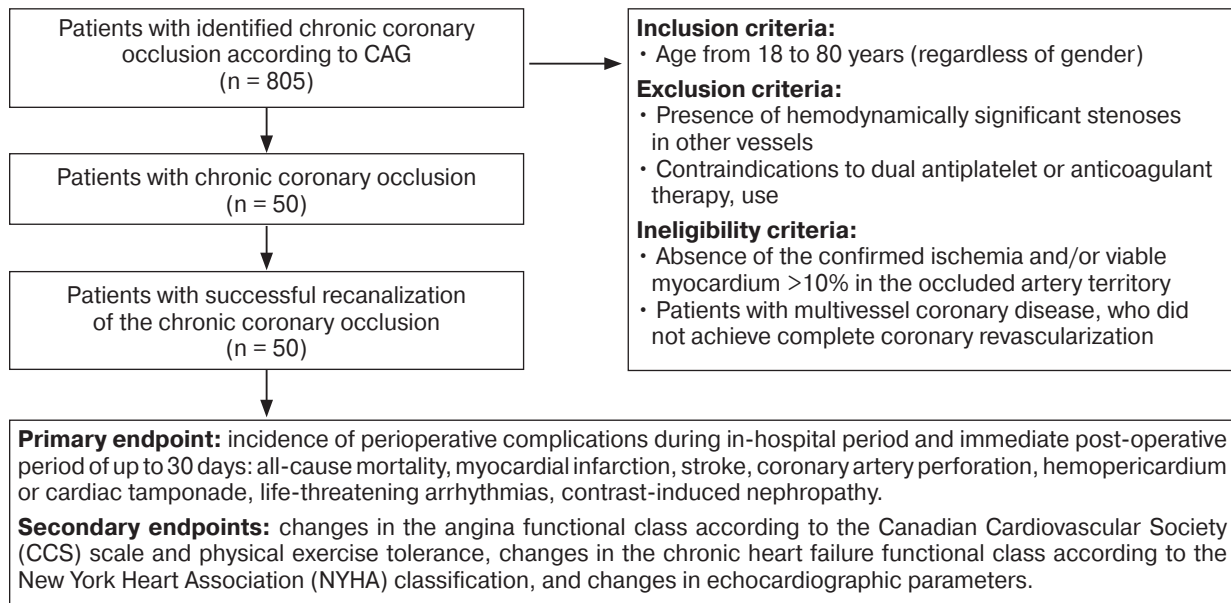


Fig. 1. Study design.

Table 1. Clinical and demographic characteristics of the study cohort

Parameter	CCO stenting arm (n = 50)
Age, median (Q1–Q3), years	56 (50–63)
Male, n (%)	41 (82)
Height, median (Q1–Q3), cm	1.75 (1.7–1.8)
Weight, median (Q1–Q3), kg	90 (85–98)
BMI, median (Q1–Q3)	29.6 (27.2–31.5)
Risk factors for coronary heart disease	
Smoking, n (%)	21 (42)
Arterial hypertension, n (%)	46 (92)
Diabetes mellitus, n (%)	16 (32)
Obesity, n (%)	23 (46)
Hyperlipidemia, n (%)	40 (80)
Positive family history, n (%)	17 (34)
Cardiovascular diseases	
Previous acute myocardial infarction, n (%)	44 (88)
Atrial fibrillation, n (%)	5 (10)
Percutaneous coronary intervention, n (%)	33 (66)
Multifocal atherosclerosis	
1 artery, n (%)	36 (72)
2 arteries, n (%)	10 (20)
More than 2 arteries, n (%)	4 (8)
Concomitant conditions	
Diabetes mellitus, n (%)	16 (32)
Ulcer disease, n (%)	7 (14)
Anemia, n (%)	2 (4)
Acute cerebrovascular accident, n (%)	5 (10)
Lung disease, n (%)	8 (16)
Systemic inflammatory diseases, n (%)	11 (22)

Among the risk factors for coronary heart disease, the most common were the following: arterial hypertension (92%) and hyperlipidemia (80%), while smoking was identified in 42% (21 patients), diabetes mellitus in 32% (16 patients), and a positive family history in 34% (17 patients).

Cardiovascular history was characterized by a high prevalence of previous myocardial infarction (44 patients (88%)), prior percutaneous coronary intervention (66%), and chronic heart failure stage IIA or higher (22%). Multifocal atherosclerosis involving two or more arteries was observed in 28% of patients.

Clinical and demographic data are presented in Tab. 1.

In the study cohort, the majority of patients initially had exertional angina of functional class (FC) III (68% of patients), class II angina was observed in 26% of patients, and class IV in 6% of cases.

Within the first 30 days after the performed examination, the severity of exertional angina according to the Canadian Cardiovascular Society (CCS) scale was assessed during repeated visit for consultation or according to examination data recorded in the united electronic medical records of the patients at the place of residence.

In the study group, circulatory failure was predominantly represented by NYHA FC I (33 patients, 66%); FC II and III were observed significantly less frequently – 11 (22%) and 2 (4%).

Renal function was preserved in 34% of patients; mild renal function impairment (CKD of stage 2) was identified in 62%, and stage 3A in 4% (2 patients).

To verify myocardial ischemia, various noninvasive diagnostic methods were used: ECG stress testing (with physical exertion), transthoracic cardiac ultrasound examination with pharmacological or physical stress (EchoCG stress testing), and myocardial scintigraphy with a radiopharmaceutical agent.

In some patients (10%) stress testing was not performed due to contraindications.

All patients underwent comprehensive pre-hospital screening, including standard clinical laboratory tests, as well as ECG, EchoCG, and Holter ECG monitoring.

The structural and functional status of the left ventricle was assessed by basic parameters of transthoracic cardiac ultrasound examination, initially at hospitalization and subsequently within the first 30 days after the performed intervention during repeated visit for consultation and additional evaluation, or according to examination data recorded in the united electronic medical records of the patients at the place of residence.

Preliminary medical therapy

All patients were started dual antiplatelet therapy 72 hours before endovascular diagnostics and treatment. In patients with impaired renal function (glomerular filtration rate [GFR] <60 mL/min by the Cockcroft–Gault formula), hydration or infusion therapy was administered 12 hours before the start of angioplasty.

For qualitative and quantitative assessment of chronic total occlusion, the following commonly recognized scales were used: anatomical characteristics of CCO and lesion complexity were determined by the SYNTAX Score; collateral circulation was assessed according to the Rentrop and Werner classifications (9–11).

To predict the success and effectiveness of mechanical recanalization procedure, the Japanese scoring system for chronic total occlusions (J-CTO) was used (11).

The strategy for CCO recanalization was left to the discretion of the operating physician.

Angiographic success was defined as achievement of TIMI III antegrade flow and the absence of complications such as arterial wall dissection or distal vessel embolization.

Clinical success was defined as reduction or complete resolution of exertional angina symptoms or their equivalents, a decrease in angina functional class according to the Canadian Cardiovascular Society (CCS) classification, and improvement of chronic heart failure, assessed by clinical stage of the disease and functional class according to the NYHA classification.

The functional status of the left ventricle after the endovascular treatment of CCO was assessed using routine instrumental methods of cardiovascular system examination: ECG, EchoCG, and Holter ECG monitoring.

Study objectives

The primary endpoint of the study was the safety assessment of CCO revascularization, which included the incidence of perioperative complications during in-hospital period and immediate post-operative period of up to 30 days: all-cause mortality, myocardial infarction, stroke, coronary artery perforation, hemopericardium or cardiac tamponade, life-threatening arrhythmias, contrast-induced nephropathy.

The secondary endpoint of the study was the clinical efficacy assessment: changes in the angina functional class according to the Canadian Cardiovascular Society (CCS) scale, changes in the chronic heart failure functional class according to the New York Heart Association (NYHA) classification, and assessment of the changes in echocardiographic parameters.

Statistical processing of the results

IBM SPSS Statistics 27.0 (USA) software was used for the statistical processing of results. To test distribution for normality, the Lilliefors-corrected Kolmogorov-Smirnov test was used. With normal distribution, quantitative variables were presented as the arithmetic mean (M) with standard deviation (\pm SD) and 95% confidence interval (95% CI). In cases of deviation from normal distribution, the median (Me) with interquartile range (25–75%) was used. The nominal parameter was presented as the absolute number of observations; the percentage of each parameter in subgroups was also presented. The Wilcoxon test was used to assess related events. For all statistical analysis procedures the critical level of significance was $p < 0.05$.

Results

Based on the data from diagnostic coronary angiography, the following angiographic characteristics of the coronary vessels and chronic total occlusion were obtained: The vast majority of patients had a right-sided coronary circulation – 44 patients (88%); the median SYNTAX score was 17.8, suggesting moderate anatomical complexity of the lesions.

Chronic occlusion was most frequently detected in the right coronary artery (54%), less frequently in the left anterior descending artery (38%) and the circumflex artery (8%). Collateral circulation according to the Rentrop scale was, on average, of grade 1. The median CC value according to Werner was 1 (Q1–Q3: 1–2). The mean J-CTO score was 2. Coronary angiography data are presented in Tab. 2.

Immediate angiographic success was achieved in 49 patients (98%). Median number of stents implanted into the area of chronic total occlusion was 2.5. Out of 130 implanted stents, 85 (65.4%) were drug-eluting stents, 39 (30%) were bare metal

stents, and remaining 6 (4.61%) were stents with biodegradable scaffold.

The mean duration of angiographic examination and percutaneous intervention was 122 ± 55 minutes (95% CI: 106–138); the amount of contrast agent used per patient was 250 ± 110 mL (95% CI: 219–281).

Result of the primary endpoint analysis

Complications due to the endovascular mechanical recanalization of CCO were observed in 3 cases (6%). Vascular complications were recorded in only 1 case (2%) – a large hematoma (>10 cm) at the puncture site of the femoral artery (no cases of significant bleeding, pseudoaneurysm, or arteriovenous fistula were noted). Contrast-induced nephropathy was recorded in 1 case (2%); however, renal replacement therapy (hemodialysis) was not required. In 1 case (2%), coronary artery perforation occurred, requiring urgent stent-graft implantation. No cases of hemopericardium were observed.

During the observation period, there were no other clinical or angiographic complications of the mechanical recanalization of CCO.

Result of the secondary endpoint analysis

According to the analysis of angina functional class according to the CCS classification, a statistically significant reduction in angina severity after CCO revascularization was observed ($p < 0.001$) (Fig. 2).

In 64% of patients ($n = 32$) a decrease in angina symptoms severity was observed, while in 36% of patients the symptoms severity remained unchanged.

The NYHA functional class of chronic heart failure did not change significantly ($p = 0.763$).

Table 2. Baseline coronary angiography data

CCO localization	
Right coronary artery, n (%)	27 (54)
Left anterior descending artery, n (%)	19 (38)
Circumflex artery, n (%)	4 (8)
Right-sided coronary circulation, n (%)	44 (88)
Left-sided coronary circulation, n (%)	4 (8)
Balanced coronary circulation, n (%)	2 (4)
Rentrop, Me (Q1–Q3)	1 (1–2)
CC, Me (Q1–Q3)	1 (1–2)
J-CTO, Me (Q1–Q3)	2 (1–3)
Complications, n (%)	3 (6)

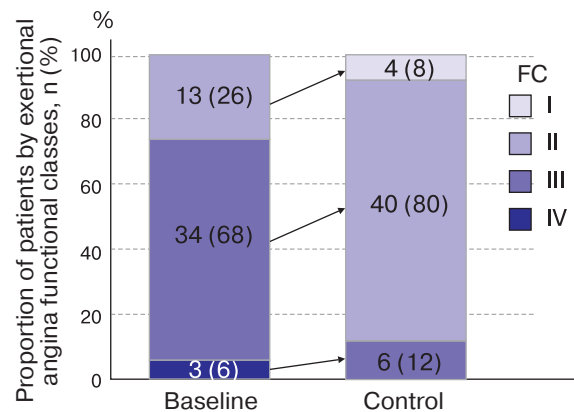


Fig. 2. Changes in the angina functional class according to the Canadian Cardiovascular Society (CCS) classification before and after revascularization of the chronic coronary artery occlusion.

Table 3. Analysis of changes in echocardiographic data

Parameter	Initial value	In-hospital control value	p
Ejection fraction, Me (Q1–Q3), %	54 (50-60)	54 (50-60)	0.904
End-diastolic volume, Me (Q1–Q3), mL	130 (119-149)	130 (117-149)	0.498
End-systolic volume, Me (Q1–Q3), mL	64 (51-85)	63.5 (51-85)	0.552
Left atrium size, Me (Q1–Q3), mm	38 (34-41)	38 (34-41)	1.000

The functional status of the left ventricle did not improve significantly after the intervention: the main parameters (EF, EDV, ESV, and LA size) did not differ from baseline values (Tab. 3).

According to the obtained data, left ventricular ejection fraction after the CCO recanalization did not change significantly ($p = 0.904$). Also, no statistically significant changes were observed in EDV ($p = 0.498$), ESV ($p = 0.552$), or LA size ($p = 1.000$).

Limitations

The main limitation factor of the study was its retrospective nature, as well as relatively small study cohort. It is also should be noted that operating surgeons had varying levels of experience in these operations.

Discussion

As mentioned above, interventional treatment of CCO is associated with both a lower rate of successful procedures and a higher rate of perioperative complications compared with PCI of non-occlusive lesions.

The rate of perioperative complications was 6%, which is consistent with data from large registries (2, 12); the complications did not lead to lethal outcomes.

During control assessment, 64% of patients ($n = 32$) reported a reduction in angina symptoms severity and lessen of complaints; authors of some studies came to the similar conclusions (13, 14).

However, in our study no significant increase in LVEF or changes in cardiac chamber dimensions were achieved. This is consistent with data from international colleagues: large randomized trials (15, 16) did not demonstrate significant improve-

ment in cardiac pump function after successful CCO recanalization in patients with initially preserved LVEF ($>50\%$). However, restoration of the activity/performance of “hibernating myocardium” after arterial recanalization may occur at later observation periods. Thus, a 2008 study evaluating the effect of restored blood flow on “hibernating” myocardium reported that restoration of left ventricular myocardial function after revascularization of the target vessel begins in 3-6 months and continue for up to 2 years (17).

A number of authors have noted a positive effect of interventional treatment of chronic occlusion on left ventricular functional status in patients with reduced LV ejection fraction ($EF < 40\%$); mechanical recanalization of CCO resulted in statistically significant increase in LVEF from $31.3 \pm 7.4\%$ to $37.6 \pm 8.1\%$ ($p < 0.001$) according to A.R. Galassi et al., and increase from $29.1 \pm 3.4\%$ to $41.6 \pm 7.9\%$ according to M. Cardona et al. (18, 19)

Nevertheless, the results of the conducted study reflect real-world clinical practice and provide an opportunity to select the optimal management strategy for patients with this complex and insufficiently studied condition, balancing the potential benefits of treatment against the risk of complications.

Conclusion

Restoration of blood flow in a chronically occluded coronary artery in the early postoperative period improves the clinical course of coronary heart disease: it reduces the incidence of exertional angina symptoms, increases exercise tolerance, and improves quality of life, with a relatively low (6%) rate of adverse events.

Список литературы [References]

1. Azzalini L., Jolicoeur E.M., Pighi M. et al. Epidemiology, management strategies, and outcomes of patients with chronic total coronary occlusion. *Am. J. Cardiol.* 2016, 118 (8), 1128–1135. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.07.023>
2. van Veelen A., Claessen B.E., Hoebers L.P. et al. Chronic total occlusions: prevalence, management, and outcomes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021, 77 (7), 920–933. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.12.041>
3. Бабунашвили А.М., Васильев В.П., Левицкий С.Н. и др. Реканализация хронических окклюзий коронарных артерий. *Кардиология.* 2005, 6, 36–41. Babunashvili A.M., Vasiliev V.P., Levitsky S.N. et al. Recanalization of chronic occlusions of coronary arteries. *Cardiology.* 2005, 6, 36–41. (In Russian)
4. Riley R.F., Sapontis J., Kirtane A.J. et al. Complications of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: Insights from the OPEN-CTO registry. *EuroIntervention.* 2018, 14 (3), e340–e349. <http://doi.org/10.4244/EIJ-D-18-00255>
5. Tajti P., Karmaliotis D., Alaswad K. et al. The hybrid approach to chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: Update from the PROGRESS-CTO registry. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2020, 13 (1), 1–11. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.08.055>
6. Patel V.G., Brayton K.M., Tamayo A. et al. Angiographic success and procedural complications in patients undergoing percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013, 61 (10), 1047–1056. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.10.039>
7. Simsek B., Alaswad K., Karmaliotis D. et al. Contemporary outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: Insights from the PROGRESS-CTO registry. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2023, 16 (3), 243–255. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.10.022>
8. Colombo A., Mikhail G.W., Michev I. et al. Treating chronic total occlusions using subintimal techniques: Complications and outcomes. *EuroIntervention.* 2019; 15 (1), e1–e8.
9. Serruys P.W., Onuma Y., Garg S. et al. Assessment of the SYNTAX score in the SYNTAX study. *Eur. Heart J.* 2009, 30 (7), 859–867. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp048>
10. Rentrop K.P., Cohen M., Blanke H., Phillips R.A. Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion. *Circulation.* 1985, 71 (2), 201–207. <http://doi.org/10.1161/01.CIR.71.2.201>
11. Werner G.S., Ferrari M., Heinke S. et al. Angiographic assessment of collateral connections in chronic coronary occlusions. *Circulation.* 2003, 107 (15), 1972–1977. <http://doi.org/10.1161/01.CIR.0000061953.72662.3A>
12. Morino Y., Abe M., Morimoto T. et al. Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: The J-CTO score. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2011, 4 (2), 213–221. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2010.09.024>
13. Galassi A.R., Boukhris M., Azzarelli S. et al. Percutaneous coronary revascularization for chronic total occlusions: Long-term outcomes. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2013, 6 (2), 128–136. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2012.09.016>
14. Cardona M., Martín-Yuste V., Pujadas S., et al. Benefits of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention on left ventricular function. *Catheterization Cardiovasc. Interv.* 2016, 87 (3), 486–494. <http://doi.org/10.1002/ccd.26325>
15. Henriques J.P.S., Hoebers L.P., Råmunddal T. et al. Percutaneous intervention for concurrent chronic total occlusions in patients with STEMI: The EXPLORE trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2016, 68 (15), 1622–1632. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.07.744>
16. Obedinskiy A.A., Kretov E.I., Boukhris M. et al. The IMPACTOR-CTO trial: Percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions. *JACC: Cardiovasc. Interv.* 2018, 11 (13), 1309–1311. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.04.015>
17. Bondarenko O., Beek A.M., Twisk J.W. et al. Time course of functional recovery after revascularization of hibernating myocardium: a contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance study. *Eur. Heart J.* 2008, 29 (16), 2000–2005. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn266>
18. Galassi A.R., Boukhris M., Toma A. et al. Percutaneous Coronary Intervention of Chronic Total Occlusions in Patients With Low Left Ventricular Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017, 10 (21), 2158–2170. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.06.058>
19. Cardona M., Martín V., Prat-Gonzalez S. et al. Benefits of chronic total coronary occlusion percutaneous intervention in patients with heart failure and reduced ejection fraction: insights from a cardiovascular magnetic resonance study. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2016, 18 (1), 78. <http://doi.org/10.1186/s12968-016-0287-5>

Сведения об авторах [Authors info]

Сковран Павел Янович – аспирант кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0009-0006-3536-1414>. E-mail: pskovran@ya.ru

Бабунашвили Автандил Михайлович – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии Центра эндохирургии и литотрипсии; профессор кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2269-7059>

Журавлев Андрей Сергеевич – канд. мед. наук, ассистент кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9130-707X>

Семитко Сергей Петрович – доктор мед. наук, директор Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра; профессор кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1268-5145>

Церетели Нино Владимировна – канд. мед. наук, врач-кардиолог, заведующая кардиологическим отделением Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра; доцент кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1517-5244>

Иоселиани Давид Георгиевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой интервенционной кардиоангиологии; почетный директор Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6425-7428>

* **Адрес для переписки:** Сковран Павел Янович – e-mail: pskovran@ya.ru

Pavel Ya. Skovran – postgraduate of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0009-0006-3536-1414>. E-mail: pskovran@ya.ru

Avtandil M. Babunashvili – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Center for Endosurgery and Lithotripsy; Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2269-7059>

Andrey S. Zhuravlev – Cand. of Sci. (Med.), assistant of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9130-707X>

Sergey P. Semitko – Doct. of Sci. (Med.), Director of Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology; Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1268-5145>

Nino V. Tsereteli – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Cardiology, Scientific and Practical Center for Interventional Cardioangiology, Associate Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1517-5244>

David G. Ioseliani – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Interventional Cardioangiology, Honored Director of the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6425-7428>

* **Address for correspondence:** Pavel Ya. Skovran – e-mail: pskovran@ya.ru

Статья получена 28 ноября 2025 г.
Manuscript received on November 28, 2025.

Принята в печать 23 января 2026 г.
Accepted for publication on January 23, 2026.

ISSN 1727-818X (Print); ISSN 2587-6198 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-39>

Посттравматическая артериовенозная фистула и псевдоаневризма коронарной артерии: нераспознанное осложнение огнестрельного ранения сердца

Р.М. Шабаетв^{1,4*}, А.В. Иванов^{1,3,4}, В.А. Иванов²,
 А.Н. Лищук¹, М.И. Ахиев¹, П.М. Староконь²

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

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

³ ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России, Москва, Россия

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

Проникающие ранения сердца редко осложняются отсроченными повреждениями коронарных артерий – посттравматическими фистулами и псевдоаневризмами, которые могут привести к тампонаде сердца и даже к летальному исходу. Представлено клиническое наблюдение пациента с проявлением отсроченного рецидивирующего гемоперикарда вследствие ранения сердца, у которого инструментально-диагностическое исследование (ЭхоКГ, КТ, селективная коронарография) и интраоперационная ревизия перикарда выявили псевдоаневризму диагональной ветви коронарной артерии и коронарно-левожелудочковую фистулу. Гибридная тактика “срочная стернотомия с декомпрессией и последующее эндоваскулярное выключение дефекта стент-графтом” устранила шунтирующий кровоток и псевдоаневризму с сохранением перфузии миокарда. В данной статье подчеркивается необходимость повышенной настороженности при ранениях или ушибах груди, обязательной коронарной визуализации при таких повреждениях для избежания скрытых или “немых” повреждений сосудов сердца.

Ключевые слова: псевдоаневризма коронарной артерии; коронарная фистула; ранение сердца; стент-графт; повреждение коронарной артерии; сочетанная травма

Для цитирования: Р.М. Шабаетв, А.В. Иванов, В.А. Иванов, А.Н. Лищук, М.И. Ахиев, П.М. Староконь. Посттравматическая артериовенозная фистула и псевдоаневризма коронарной артерии: нераспознанное осложнение огнестрельного ранения сердца. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2025; 83 (4): 39–60. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-39>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

Post-traumatic arteriovenous fistula and coronary artery pseudoaneurysm: an unrecognized complication of penetrating cardiac injury

R.M. Shabaev^{1,4*}, A.V. Ivanov^{1,3,4}, V.A. Ivanov^{2,4}, A.N. Lishuk¹, M.I. Akhiev¹, P.M. Starokon²

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

Penetrating heart wounds rarely complicate with delayed damage to the coronary arteries—post-traumatic fistulas and pseudoaneurysms, which can lead to cardiac tamponade and even death. We present a clinical case with delayed recurrent hemopericardium following a cardiac injury. Instrumental diagnostic studies (echocardiography, CT, selective coronary angiography) and intraoperative revision of the pericardium revealed a pseudoaneurysm of the diagonal branch of the coronary artery and a coronary-left ventricular fistula. A hybrid approach – urgent sternotomy with decompression followed by endovascular closure of the defect with a stent graft-eliminated the shunting blood flow and pseudoaneurysm while preserving myocardial perfusion. This article emphasizes the need to be vigilant in cases of chest wounds or contusions and to perform mandatory coronary imaging in such cases to avoid hidden or “silent” damage to the heart vessels.

Keywords: coronary artery pseudoaneurysm; coronary fistula; cardiac injury; stent graft; coronary artery injury; multiple trauma

For citation: R.M. Shabaev, A.V. Ivanov, V.A. Ivanov, A.N. Lishuk, M.I. Akhiev, P.M. Starokon. Post-traumatic arteriovenous fistula and coronary artery pseudoaneurysm: an unrecognized complication of penetrating cardiac injury. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2025; 83 (4): 39–60. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-39>

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

Цель исследования: демонстрация успешного лечения пациента с ранением сердца, осложнившимся отсроченным гемоперикардом с формированием псевдоаневризмы и коронарно-левожелудочковой фистулы.

Введение. Отсроченные осложнения проникающих ранений сердца (посттравматические коронарные фистулы, псевдоаневризмы) редки, сложны в диагностике и сопряжены с риском тампонады и летального исхода. Для выявления таких осложнений необходима мультимодальная визуализация, а для успешного лечения сочетанных ранений требуется высокотехнологичная медицинская помощь.

Клиническое наблюдение. Представлено клиническое наблюдение пациента с сочетанным ранением груди, живота, таза, конечностей. На 15-е сутки после ранения у пациента развился гемоперикард. Выполнена пункция перикарда, стернотомия с ревизией перикарда и перевязкой кровоточащей диагональной ветви коронарной артерии. В отсроченном послеоперационном периоде состояние пациента ухудшилось. Выполнен диагностический поиск (ЭхоКГ, КТ, коронарография), рестернотомия, ревизия перикарда, перикардэктомия. Во время инструментальной диагностики и интраоперационной ревизии перикарда обнаружена фистула и псевдоаневризма коронарной артерии. Выполнено эндоваскулярное закрытие дефектов коронарной артерии стент-графтом.

Обсуждение. Сочетание псевдоаневризмы коронарной артерии и коронарно-камерной фистулы крайне редкое и диагностически сложное осложнение ранения сердца. При ранениях или ушибах груди обязательно необходимо выполнение коронарной визуализации. Гибридная тактика (декомпрессия и перикардэктомия с последующей имплантацией стент-графта) минимизирует риск периоперационных и послеоперационных осложнений, особенно у тяжелых пациентов с сочетанными ранениями.

Заключение. Ранняя коронарография позволяет выявлять скрытые повреждения коронарных артерий после ушиба или ранения грудной клетки. Высокотехнологичная медицинская помощь позволяет минимизировать интра- и послеоперационные осложнения, особенно у тяжелых больных с сочетанными травмами.

Список сокращений

КФ – коронарные фистулы

ПКА – псевдоаневризма коронарной артерии

ЭхоКГ – эхокардиография

КТ – компьютерная томография

ЭОС – электрическая ось сердца

ЛЖ – левый желудочек

APACHE II (англ. Acute Physiology, Age, Chronic Health Evaluation) — шкала для оценки тяжести состояния пациента в отделениях реанимации и интенсивной терапии

SOFA (англ. Sequential Organ Failure Assessment, Sepsis-related Organ Failure Assessment) – шкала оценки тяжести органной дисфункции у пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии

ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия

ДВ – диагональная ветвь

СДЛА – среднее давление в легочной артерии

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка

ЭКГ – электрокардиограмма

TAPSE (англ. tricuspid annular plane systolic excursion) — систолическая экскурсия кольца трехстворчатого клапана, показатель сократительной функции правого желудочка

TIMI (англ. Thrombolysis In Myocardial Infarction) – градация скорости кровотока в коронарной артерии

NYHA (англ. New York Heart Association) – функциональная классификация сердечной недостаточности

Введение

Проникающие ранения сердца вследствие травм мирного времени или в результате боевых действий остаются одними из сложных и опасных повреждений в практике врача. Согласно данным современных исследований, более 80% пострадавших с такими повреждениями погибают на месте происшествия, не успев получить квалифицированную медицинскую помощь (1). Тем не менее благодаря развитию современных методов эвакуаций и своевременно оказанной помощи на догоспитальном уровне, все больше пациентов выживают на госпитальном этапе даже при тяжелых сочетанных ранениях. Так, при проникающих ранениях сердца при оказании своевременной медицинской помощи выживаемость достигает 62% (2). Несмотря на повышение выживаемости, у пациентов, которые пережили острую фазу травмы благодаря экстренным вмешательствам (перикардиоцентез, стернотомия и др.), сохраняется риск развития отсроченных осложнений, обусловленных ранее не диагностированными повреждениями структур сердца. Такие осложнения могут быть не менее жизнеугрожающими (2, 3). К числу таких редких отдаленных последствий относятся приобретенные коронарные фистулы (КФ) и посттравматические псевдоаневризмы коронарных артерий (ПКА). Из-за низкой частоты встречаемости данных осложнений после ранения сердца диагностика нередко выполняется не в полной мере, а клинические проявления могут появиться спустя дни и недели после травмы, когда у врачей снижается

настороженность и наступает мнимое чувство “благополучия”. Такое развитие событий может приводить к тампонаде сердца и, в некоторых случаях, к летальному исходу (4–6). Если исторически в структуре КФ преобладали врожденные формы, частота встречаемости которых 0,2–0,4% от всех врожденных пороков сердца (7), то на сегодняшний день до 10% всех КФ имеют приобретенный, в частности травматический, генез (3). Актуальность проблемы подчеркивается высокой частотой боевой травмы грудной клетки от 4 до 11,6% всех боевых повреждений, причем до 75,5% из них составляют проникающие огнестрельные ранения, нередко носящие слепой осколочный характер (8). Формирование ПКА, частота которой в общей популяции не превышает 0,3–5,3% (9), представляет собой вызов в диагностическом и лечебном плане. Данные патологии сопряжены с высоким риском фатальных осложнений: разрыва ПКА и КФ с тампонадой сердца, коронарной диссекцией, дистальной тромбоэмболией или ишемией миокарда вследствие внешней компрессии сосуда гематомой, а также развитием аритмий (10). Сочетание же ПКА с КФ, дренирующейся в левый желудочек (ЛЖ), усугубляет гемодинамические нарушения за счет значительного сброса крови и приводит к быстрому прогрессированию сердечной недостаточности (3). Современная тактика ведения таких пациентов требует комплексного высокотехнологичного подхода. Развитие медицинских технологий предоставляет мультидисциплинарной команде кардиохирургов и эндоваскулярных хирургов широкий арсенал методов: от открытой хирургической коррекции с резекцией аневризмы и пластикой фистулы до эндоваскулярных вмешательств, таких как имплантация покрытых стентов или окклюзирующих устройств (11–15).

Ключевую роль в выборе стратегии и обеспечении ее успеха играет точная дооперационная диагностика с использованием комплекса визуализационных методов (ЭхоКГ, КТ-ангиография, селективная коронарография), позволяющих точно локализовать инородные тела, оценить анатомию сосудистого русла коронарных артерий и их повреждения для планирования оптимального лечения (16).

В данной статье описывается редкое осложнение при ранении сердца, сочетающее посттравматическую КФ и ПКА у пациента с сочетанными осколочными ранениями груди, живота, конечностей. Уникальные и редкие случаи сочетанного посттравматического ранения сердца требуют публикации и анализа для фор-

мирования оптимальных клинических алгоритмов и тактик. Описание подобного клинического наблюдения в отечественной литературе отсутствует и крайне редко упоминается в зарубежной литературе (11, 12). Необходимо отметить, что с момента таких публикаций развитие медицинских технологий не останавливалось, усовершенствовались тактика и лечение подобных осложнений.

Клиническое наблюдение

Пациент С., 23 года, ранее без отягощенного кардиологического анамнеза, получил сочетанное ранение груди, живота, таза, конечностей. На этапах медицинской эвакуации были выполнены дренирование плевральной полости слева в связи с гемопневмотораксом, лапаротомия, ушивание ран печени, ушивание сквозного ранения желудка, хирургическая обработка ран грудной клетки, левого предплечья, ягодичной области и голени справа. На 5-е сутки был доставлен в ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого». При поступлении в связи с признаками забрюшинного кровотечения была выполнена операция: релапаротомия, ревизия органов брюшной полости, вскрытие параколитической гематомы справа, санация и дренирование брюшной полости.

Пациенту выставлен диагноз: осколочное сочетанное ранение груди, живота, таза, конечностей. Осколочное проникающее ранение груди с обеих сторон, двусторонний гемопневмоторакс. Осколочное слепое ранение левого легкого. Осколочное слепое ранение живота с повреждением печени, желудка. Гемоперитонеум. Множественное осколочное ранение левого предплечья. Осколочное слепое ранение мягких тканей правой ягодичной области. Осколочное слепое ранение правой голени. Операции: торакоцентез, дренирование левой плевральной полости. Лапаротомия, ревизия органов брюшной полости, раны печени, желудка, санация, дренирование брюшной полости. Лапаростома. Вторичная хирургическая обработка ран всех локализаций. Релапаротомия, ревизия органов брюшной полости, вскрытие параколитической гематомы справа, санация и дренирование брюшной полости. Закрытие лапаростомы.

В дальнейшем выполнялись перевязки в области послеоперационных ран и хирургические обработки раневых поверхностей, проводилось консервативное лечение: инфузионно-корректирующая терапия, антибактериальная терапия, профилактика эрозивно-язвенных осложнений, анальгетики и противовоспалительные препараты.

На 15-е сутки после ранения у пациента отмечено ухудшение состояния в виде нарастания дыхательной недостаточности и дискомфорта в области грудной клетки. Пациент предъявлял жалобы на одышку,

дискомфорт и болезненность в груди, в области послеоперационных ран, конечностях, общую слабость. Состояние больного тяжелое. По шкалам: APACHE II 4 балла (вероятность летального исхода 3%); SOFA 1 балл. В сознании, контактен, адекватен. Кожные покровы бледные. Температура тела 37,3 °С. Грудная клетка правильной формы, с незначительным отставанием левой половины в акте дыхания. В пятое межреберье установлен дренаж, по которому выделилось 200 мл темно-геморрагического отделяемого. ЧДД 19 в минуту. Аускультативно: дыхание везикулярное, ослабленное в нижних отделах справа. Хрипов нет. SpO₂ 94% на фоне интраназального кислорода. Тоны сердца приглушены, ритмичные. АД 100 и 60 мм рт.ст. ЧСС 104 в минуту. На ЭКГ синусовый ритм. Язык суховат, чистый. Живот мягкий, умеренно болезненный в области послеоперационной раны. Симптомов раздражения брюшины нет. Перистальтика определяется. Повязки сухие. Диурез по катетеру достаточный.

Объективно: осколочные ранения груди, живота, конечностей до 5 мм в диаметре заживают вторичным натяжением. Послеоперационные раны заживают первичным натяжением, без признаков воспаления.

Лабораторные исследования на 15-е сутки:

общий анализ крови: Hb – 99 г/л, RBC – 3,44 · 10¹²/л, Ht – 30,3%, WBC – 28,1 · 10⁹/л;

биохимический анализ крови без особенностей, кроме: КФК – 1076,9 (24–200) ед/л, КФК-МБ – 46,8 (0–24) ед/л, тропонин I – 24,8 нг/мл (норма до 29,69);

коагулограмма: протромбиновая активность по Квинку – 80,7%, МНО – 1,12, протромбиновое время – 13 с, АЧТВ – 67,8 с, фибриноген по Клауссу – 6,36 г/л;

уровень пресепсина составлял 1331 (0–200) пг/мл.

Общий анализ мочи и другие анализы без отклонений от нормы.

Пациенту выполнялись следующие инструментальные методы исследования:

ЭКГ на 15-е сутки после ранения: определяется ускоренный синусовый ритм. ЧСС 97 в минуту. Нормальная ЭОС. Неспецифическое изменение процессов реполяризации нижнебоковой стенки ЛЖ (рис. 1а).

ЭхоКГ на 15-е сутки: в полости перикарда определяется выпот, представленный двумя составляющими: жидкой и плотной, организованной, вероятнее всего, перикард. Общее количество содержимого полости перикарда 550 мл. Организованная часть имеет неоднородную структуру, плотно прилегает к висцеральному листку перикарда по всей длине ЛЖ со стороны нижней заднебоковой стенки с переходом на нижнюю стенку правого желудочка; наибольшая толщина 20 мм. Сепарация листков перикарда за верхушкой сердца 28 мм, за свободной

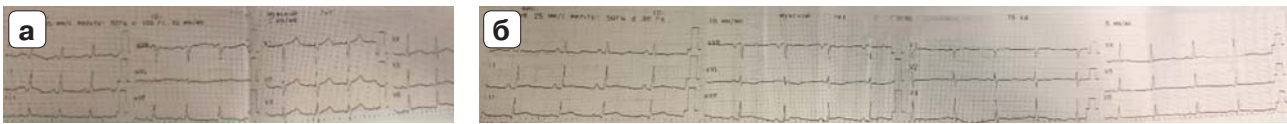


Рис. 1. а – ЭКГ на 15-е сутки после ранения; б – ЭКГ после имплантации стент-графта в ДВ.

стенкой желудочка 20 мм. Правые отделы сердца поджаты, свободная стенка правого предсердия коллабируется. Отмечается уменьшение объема ЛЖ с формированием внутрижелудочковой обструкции. ФВ ЛЖ 70%. СДЛА 30 мм рт.ст.

В связи с высокой угрозой тампонады сердца в условиях палаты интенсивной терапии и реанимации выполнена пункция перикарда под ультразвуковым контролем. Эвакуировано 450 мл гемолизированной крови. Пациент отметил улучшение состояния, уменьшилась отдышка.

На следующий день состояние пациента ухудшилось. Рецидивировала отдышка. Опять возникли дискомфорт и боли в груди. Выполнено КТ-исследование грудной клетки и брюшной полости. При предыдущем КТ-исследовании при поступлении в стационар определялись: слепой осколочный ушиб нижней доли левого легкого. Двусторонняя базальная инфильтрация легких. Двусторонний гидроторакс. Левосторонний пневмоторакс. Гидроперикард. Пневмоперитонеум. Состояние после срединной лапаротомии, дренирования живота и таза. Инородное тело, слепой осколочный разрыв левой большой ягодичной мышцы и мышцы, выпрямляющей позвоночник справа. Инфильтрация правого пахово-бедренного канала. При повторной КТ отмечены следующие изменения: появился интерстициальный отек легких, усиление компрессионно-ателектатических изменений легких, сохраняются ушибы с раневыми каналами обоих легких, металлический осколок левого легкого без динами-

ки (рис. 2а). Правосторонний пневмоторакс разрешился. Усиление двустороннего гидроторакса с появлением слева уровня газ-жидкость. Левая плевральная полость дренирована. Гидрогемоперикард с динамическим лизированием геморрагического компонента и небольшим уменьшением толщины. Металлический осколок в мышце, выпрямляющей позвоночник, справа без динамики.

ЭхоКГ на 16-е сутки: сохраняется угроза тампонады сердца! В полости перикарда определяется выпот, представленный двумя составляющими – жидкой и плотной, организованной. Вероятнее всего, наблюдается гемоперикард. Общее количество содержимого полости перикарда 500 мл.

По данному клиническому наблюдению проведен консилиум, на котором определено: ввиду прогрессирующей сердечно-сосудистой и дыхательной недостаточности показана операция в объеме стернотомии с ревизией перикарда для поиска источника кровотечения.

На 16-е сутки после ранения пациенту выполнена операция – стернотомия, ревизия перикарда, ушивание диагональной ветви (ДВ) коронарной артерии, санация, дренирование. Во время операции из плевральных полостей эвакуировано 500 мл серозного содержимого. Перикард напряжен. При вскрытии перикарда выделилось около 400 мл лизированной крови. При ревизии сердце окутано гематомой, по передней поверхности 4 мм толщиной, по заднебоковой и диафрагмальной 20 мм. После удаления гематомы и разобщения спаек возникло кровоте-

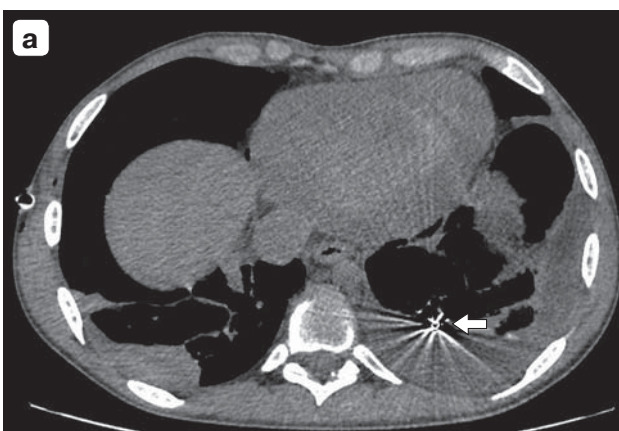


Рис. 2. а – КТ грудной клетки, стрелкой отмечено инородное тело металлической плотности (ранящий снаряд); б – полость псевдоаневризмы, припаянная к перикарду.



ние, источником которого являлась ДВ передней межжелудочковой артерии (ПМЖА). Выполнено прошивание ДВ. Санация, дренирование перикарда.

К консервативной терапии добавили: переливание эритроцитарной массы и свежезамороженной плазмы, противогрибковую и респираторную терапию (дыхательная гимнастика, ингаляция через небулайзер).

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений, на 18-е и 26-е сутки после ранения при ЭхоКГ: листки перикарда уплотнены, утолщены, определяются следы перикардального выпота. СДЛА 30 мм рт.ст. ФВ ЛЖ 64%. TAPSE 17 мм. Нижняя полая вена диаметром 17 мм, коллабирует на вдохе более 50%.

На 31-е сутки при ЭхоКГ: листки перикарда уплотнены, утолщены, определяется перикардальный выпот около 150 мл, локализованный за верхушкой сердца, передней стенкой ЛЖ и свободной стенкой правого желудочка; в полости перикарда в области нижней и боковой стенок ЛЖ неоднородное содержимое, сепарация листков перикарда 15 мм, признаки адгезии в указанной области. Размеры полостей сердца в пределах нормы. Митральная регургитация I степени. Трикуспидальная регургитация I степени. Регургитация на клапане легочной артерии I степени. СДЛА 30 мм рт.ст. ФВ ЛЖ 68%. TAPSE 17 мм. Выполнили также КТ-исследование на 16-е сутки после операции: КТ-картина состояния после стернотомии, выпот в полости перикарда, признаки гематомы в полости перикарда на уровне верхнего средостения – без динамики объема.

На 33-и сутки после ранения в связи с постепенным ухудшением состояния больного в течение недели в виде появления признаков нестабильности грудины с прогрессированием болевого синдрома в области послеоперационной раны грудной клетки в течение последних трех суток и признаков предотека легких, а также данных КТ и ЭхоКГ запланирована операция: рестернотомия, ревизия, санация полости перикарда, частичная перикардэктомия, реостеосинтез грудины.

Во время операции определяется диастаз грудины до 4 мм. В полости перикарда рыхлые спайки с полостями в области правого предсердия, диафрагмальной поверхности ЛЖ с массивным наложением фибрина, адгезией перикарда. Перикард утолщен до 3 мм. В области проекции ДВ и ПМЖА (область предыдущей перевязки ДВ) визуализируется плотноэластичное образование размерами 5,5 × 4,0 × 3,0 см, спаянное с перикардом, находящееся эпикардially (рис. 2б). При пункции получена артериальная кровь. Учитывая расположение и полученную при пункции данного образования артериальную кровь, образование расценено как псевдоаневризма ДВ. Учитывая измененную топографию,

воспалительные изменения прилежащих тканей, крайне высокий риск фатального кровотечения при вскрытии псевдоаневризмы, принято решение воздержаться от открытого вмешательства в пользу эндоваскулярного. Выполнен реостеосинтез грудины модифицированной методикой по Робичеку. Послойное ушивание ран.

На следующие сутки после рестернотомии выполнена ЭхоКГ: асинергия сокращения межжелудочковой перегородки послеоперационная. СДЛА 30 мм рт.ст. Глобальная систолическая функция ЛЖ, его диастолическая функция не нарушены, ФВ ЛЖ 64%. TAPSE 19 мм. По короткой оси ЛЖ на уровне базального сегмента его передней стенки лоцируется анехогенное образование с четкими стенками, эффектом псевдоконтрастирования в его полости, размерами 2,5 × 3,4 см, псевдоаневризма коронарной артерии (рис. 3а). Указанное образование сообщается с полостью ЛЖ посредством извитого канала диаметром от 8 мм (в толще миокарда передней и переднебоковой стенок) до 3 мм непосредственно в полости ЛЖ – признаки коронарно-левожелудочковой фистулы (рис. 3б), регистрируется диастолический шунтирующий кровоток в полости ЛЖ и систолодиастолический на уровне “аневризмы”. Листки перикарда уплотнены, утолщены, определяется перикардальный выпот около 100 мл, локализованный за верхушкой сердца и свободной стенкой правого желудочка. В полости перикарда в области нижней и боковой стенки ЛЖ неоднородное содержимое, сепарация листков перикарда 10 мм, признаки адгезии в указанной области.

На 35-е сутки после ранения выполнена коронарография, при которой визуализируется осколок металлической плотности округлой формы в проекции левого легкого размерами 2,5 × 2,5 мм, в средней трети ДВ определяется дефект сосудистой стенки с формированием псевдоаневризмы размерами 22,0 × 27,0 мм и интрамуральной аневризмы размерами 11,0 × 11,2 мм с фистулой в полость ЛЖ (рис. 4 а,б). Остальные коронарные артерии не изменены.

Проведен консилиум, на котором принято решение о выполнении ангиопластики ДВ. В гибридной операционной пациенту выполнена балонная ангиопластика с имплантацией стент-графта в зону дефекта коронарной артерии. Выдана нагрузочная доза таблеток Clopidogrel 600 мкг и добавлено 2500 Ед Sol. Heparini. Через лучевую артерию в дистальный отдел ДВ за область дефекта введен проводник. Баллон (D – 3,0 мм, L – 15 мм) позиционирован в зоне предполагаемого дефекта сосудистой стенки, дилатирован малым давлением (рис. 5а). Выполнена ангиография, на которой подтверждено отсутствие признаков экстравазации. В ДВ в зоне дефекта выполнена имплантация стент-графта “Papirus” (D –

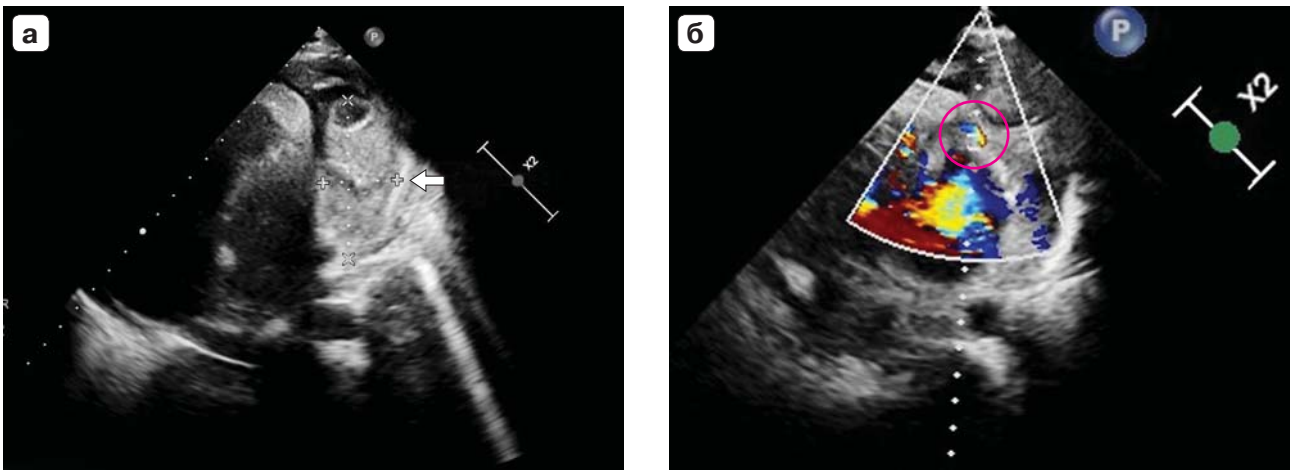


Рис. 3. ЭхоКГ. **а** – стрелкой обозначена полость псевдоаневризмы коронарной артерии; **б** – коронарная фистула с левым желудочком отмечена внутри красного круга.

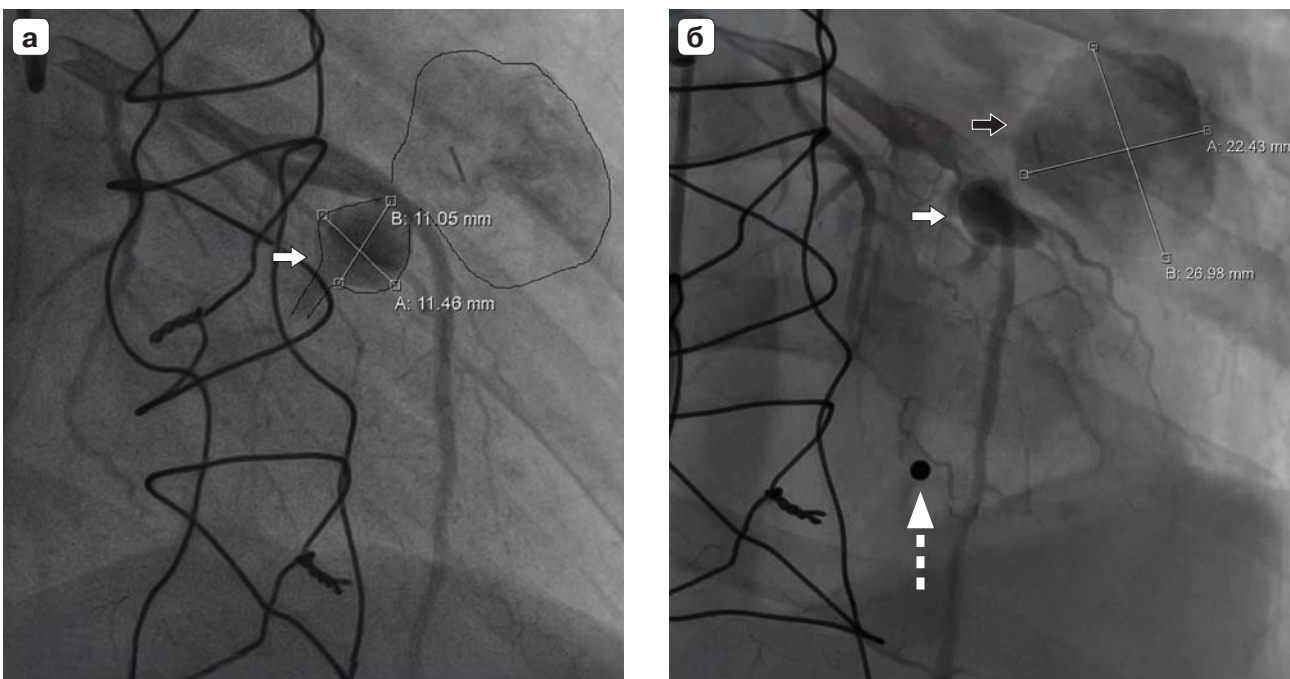


Рис. 4. Коронарограммы. **а** – белой стрелкой отмечена интрамуральная псевдоаневризма и фистула ДВ коронарной артерии; **б** – черной стрелкой отмечена псевдоаневризма ДВ коронарной артерии, белой пунктирной стрелкой – ранящий снаряд в левом легком.

3,0 мм, L – 26 мм) однократным раздуванием баллона до 6 атм (рис. 5б, в). По окончании вмешательства при контрольной коронарографии – локализация стент-графта адекватная, кровотока TIMI III; посттравматическая псевдоаневризма и фистула в ЛЖ “выключены” из кровотока (рис. 5г, д). На ЭКГ без признаков ишемии (рис. 1б). Пациенту в послеоперационном периоде назначена стандартная двойная антиагрегантная терапия на 12 мес.

Пациент удовлетворительно перенес все этапы лечения. ЭхоКГ перед выпиской: аневризма тромбирована, уменьшается в объеме. Признаки коронарно-левожелудочковой фистулы не выявлены, систо-

лический поток в толще миокарда не выявлен. Листки перикарда уплотнены, значительно утолщены, признаки организованного перикардального выпота за базальными и срединными отделами переднебоковой, нижнебоковой стенками ЛЖ. Асинергия сокращения миокарда межжелудочковой перегородки послеоперационная. ФВ ЛЖ 64%.

КТ-исследование перед выпиской: КТ-картина состояния после стернотомии, незначительный выпот в полости перикарда, признаки гематомы в полости перикарда на уровне верхнего средостения – без динамики объема. Уплотнение ретростеральной клетчатки. На момент выписки, 60-е сутки после

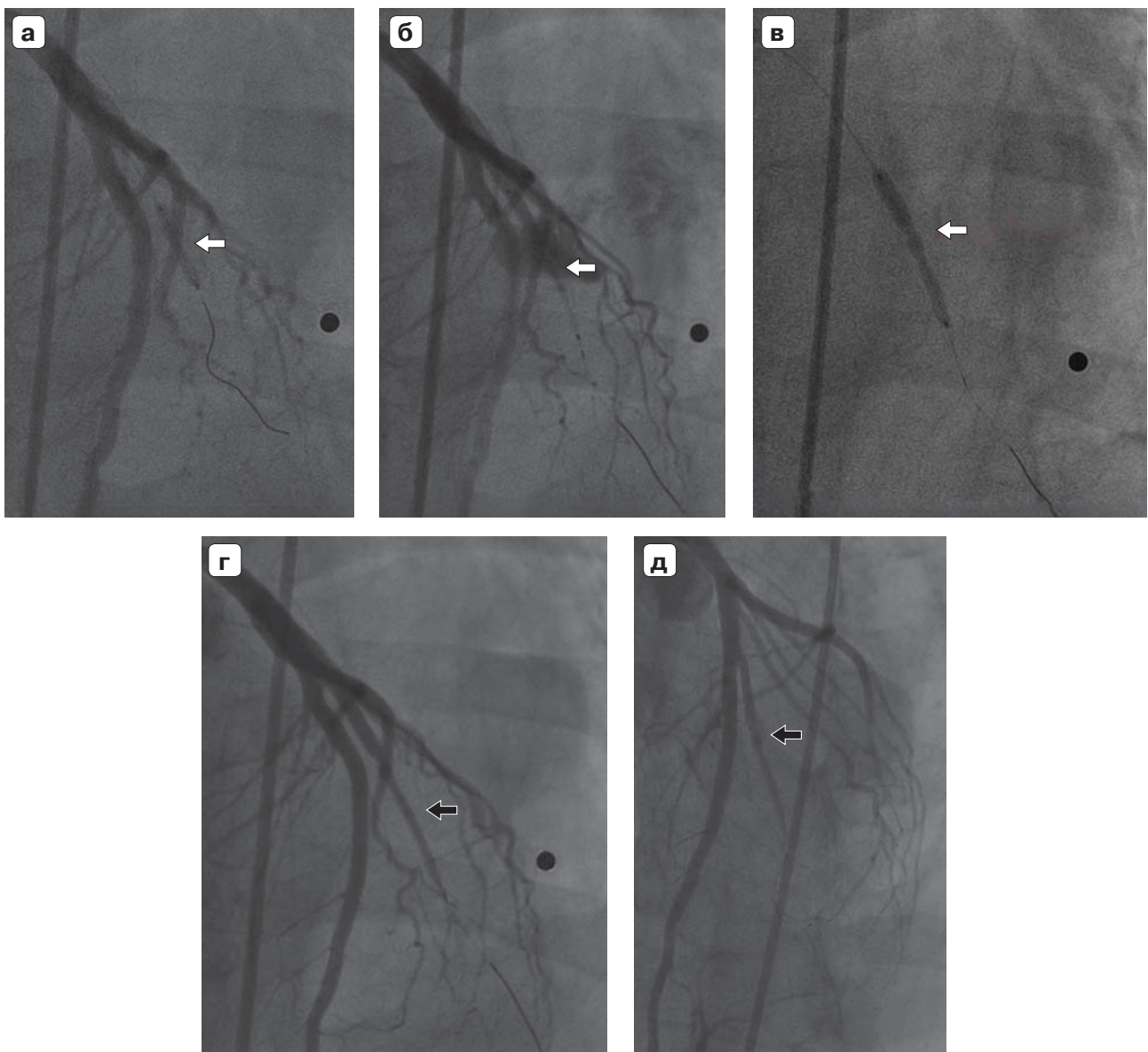


Рис. 5. Коронарограммы. **а** – красной стрелкой отмечен раздутый баллон в ДВ в зоне дефекта коронарной артерии с формированием КФ и ПКА; **б, в** – белой стрелкой отмечен стент-графт, позиционированный и затем раздутый в зоне дефекта ДВ; **г, д** – черной стрелкой отмечена восстановленная ДВ коронарной артерии с имплантированным стент-графтом и отсутствием заполнения КФ и ПКА, с полноценным восстановленным кровотоком по шкале TIMI III.

ранения, пациент по классификации NYHA имеет II ФК (умеренная одышка при нагрузке), что обусловлено перенесенной неоднократно стернотомией и последствиями сочетанной травмы. Со стороны внутренних органов (печени, желудка, конечностей) к этому времени патологии не выявлено.

Настороженность вызывало состояние сердца в отдаленном периоде: учитывая частичную перикардэктомию, риск развития констриктивного перикардита был незначителен. Однако рассасывающаяся в перикарде нефункционирующая псевдоаневризма может теоретически служить источником для развития инфекции. В связи с этим пациенту рекомендовано ЭхоКГ каждые 3 мес.

Спустя 6 мес после выписки нами проведена контрольная оценка. Пациент вернулся к повседневной активности, отмечает лишь незначительную одышку при быстрой ходьбе. Повторная ЭхоКГ: полости сердца нормальных размеров, локальная сократимость миокарда практически в норме (незначительная гипокинезия перегородки сохраняется, без влияния на глобальную функцию, ФВ ЛЖ 66%). Перикард диффузно утолщен до 4–5 мм, но подвижность достаточная, признаков констрикции нет. Псевдоаневризматическая полость отсутствует, определяется утолщение перикарда. В режиме цветового доплера патологического шунтирования не выявлено. Таким образом, достигнута стойкая ремиссия –

закрытие фистулы и отсутствие рецидива псевдоаневризмы. Пациент продолжает двойную антиагрегантную терапию (Acidum acetylsalicylicum + Clopidogrel) и бета-блокаторами. Клинически чувствует себя удовлетворительно. В среднесрочной перспективе предполагается, что пациент сможет вернуться к ограниченной физической нагрузке. Вероятность поздних осложнений, таких как рестеноз или тромбоз стента, прогрессирование констриктивного перикардита, оценивается как низкая, однако требует динамического наблюдения. Планируются повторная коронарография через 12 мес для контроля проходимости стент-графта, а также регулярные ЭхоКГ каждые 3 мес в первый год.

Таким образом, на момент последнего осмотра непосредственные и ранние результаты можно считать успешными: гемодинамика стабильная, выявленные опасные осложнения полностью устранены.

Обсуждение

Данное клиническое наблюдение действительно является уникальным, представлено редкое сочетание двух сложных осложнений ранения сердца – посттравматической коронарной фистулы и псевдоаневризмы коронарной артерии. В литературе описано небольшое количество подобных наблюдений. Первым документированным случаем была успешная хирургическая коррекция разрыва передней нисходящей артерии с образованием аневризмы и фистулы в ЛЖ, описанная Т.О. Cheng и Р.С. Adkins в 1973 г. (11). В 1996 г. Y. Tsushima и соавт. сообщили о травматической фистуле между передней нисходящей артерией и ложной аневризмой стенки ЛЖ, возникшей через 6 мес после ножевого ранения (12). В нашем наблюдении сочетались коронарно-желудочковая фистула и истинная коронарная псевдоаневризма. Подобные сочетанные осложнения крайне редки и сложны для диагностики, о чем свидетельствуют своевременно не диагностированные осложнения в нашем наблюдении (спустя более 2 нед после ранения).

Сложности в выявлении подобных осложнений обусловлены несколькими факторами. Во-первых, при поступлении и на этапах эвакуации основным приоритетом являются стабилизация состояния и устранение непосредственной угрозы жизни – пневмоторакса (дренирование плевральной полости слева), ранений печени, желудка (лапаротомия, ушивание ран печени, ушивание сквозного ранения желудка), остановка брюшинного кровотечения (вскрытие параколитической гематомы справа). Внимание хирургов было сосредоточено на спасении жизни, при этом у пациента отсут-

ствовали жалобы непосредственно на боли в области сердца и другую симптоматику, связанную с ранением сердца. Учитывая сочетанные ранения многих органов и систем, никак не проявляющееся повреждение коронарной артерии, последнее может остаться незамеченным, особенно если первоначально кровотечение из раны сердца остановилось самостоятельно (тамponировано сгустками крови) и было замаскировано другими повреждениями. Повреждение ДВ коронарной артерии не было очевидным до ревизии перикарда, первые признаки коронарного повреждения стали проявляться лишь на 15-е сутки, когда появились признаки гемоперикарда. Совокупность лабораторно-инструментальных данных на 15-е сутки после ранения свидетельствовала о развитии системной воспалительной реакции (выраженный лейкоцитоз, повышенный фибриноген, повышенный пресепсин) с признаками начинающейся коагулопатии и органного поражения. Наличие тропонина у верхней границы нормы и высокого титра КФК и КФК-МБ, а также изменений ЭКГ указывает на признаки повреждения миокарда, ишемического характера, по второму типу ишемии миокарда на фоне развивающейся воспалительной реакции организма и анемии и поврежденной ДВ коронарной артерии. Таким образом, у пациента были все признаки тяжелого осложнения в виде сочетания инфекционно-воспалительного процесса, что существенно затрудняло выявление кардиального события. Повреждение ДВ не было очевидным до ревизии перикарда. Первые признаки коронарного повреждения стали проявляться лишь на 15-е сутки, когда появились признаки гемоперикарда.

Во-вторых, клиническая картина посттравматических осложнений ранений сердца была неспецифичной. Жалобы пациента (одышка, слабость, дискомфорт в груди) не сразу были однозначно интерпретированы как признаки тампонады, учитывая наличие послеоперационных ран и общее тяжелое состояние пациента. Даже проведение ЭхоКГ не всегда позволяет точно определить характер содержимого перикарда, несмотря на чувствительность метода не менее 95%. В нашем наблюдении функциональные диагнозы отмечали “организованные массы” в полости перикарда, принимая их за обычные сгустки крови. Лишь ретроспективно понятно, что эти плотные образования соответствовали стенке формирующейся псевдоаневризмы, прилежавшей к эпикарду. Таким образом, стандартная трансторакальная ЭхоКГ имеет ограничения в визуализации мелких структур при травме; организованный гемоперикард мо-

жет маскировать очаговые повреждения миокарда, коронарных артерий. Для повышения точности диагностики необходимо применение мультимодальной визуализации. В нашем случае ценную информацию дало сочетание методов: повторные ЭхоКГ в динамике, КТ, интраоперационная ревизия и селективная коронарография. Коронарография остается “золотым стандартом” в визуализации коронарных повреждений. Наше клиническое наблюдение подтверждает данный факт, поскольку коронарография окончательно подтвердила наличие КФ и псевдоаневризмы ДВ, что позволило спланировать оптимальное лечение. Уже ретроспективно ясно, что при повторном гемоперикарде можно было рассмотреть возможность более ранней коронарографии.

Наш опыт лечения ранений сердца позволяет сделать вывод, что всем пациентам с ранением сердца, помимо ЭхоКГ-исследования, особенно при обнаружении непонятного выпота в перикарде, участков гипокинезии миокарда, необходимо выполнять инвазивную коронарографию или неинвазивную КТ-коронарографию для выявления потенциально смертельных повреждений миокарда и сосудов сердца. Такого же мнения придерживается автор другого клинического случая, в котором благодаря выполненной КТ-коронарографии удалось диагностировать ПКА и устранить данное осложнение (13). Подобный подход, по нашему мнению, является правильным, если не придерживаться его, возможны неблагоприятные исходы, что подтверждается сообщениями о случаях отсроченной тампонады сердца, которая привела к летальному исходу (5, 6).

Наше клиническое наблюдение также интересно особенностью формирования ПКА и КФ. В отличие от истинной аневризмы, в ложной аневризме один или несколько слоев сосудистой стенки отсутствуют (17). Согласно патофизиологии огнестрельной травмы, представляется два варианта развития дефекта коронарной артерии. В первом варианте, скорее всего, ранящий снаряд по касательной повредил ДВ коронарной артерии, находящейся в зоне первичного некроза, вызвав частичный разрыв артерии с образованием тромба, который купировал кровотечение в перикард до его последующего лизирования и возникновения кровотечения на 15-е сутки. Второй вариант развития дефекта: ДВ коронарной артерии располагалась в зоне вторичного некроза “молекулярного сотрясения”, что привело к деструкции стенки коронарной артерии на 15-е сутки после ранения с развитием кровотечения в перикард (18).

Оба варианта являются актуальными и приводят к грозному осложнению. В дальнейшем перевязка ДВ позволила остановить кровотечение, но, вероятно, несостоятельность шва способствовала образованию псевдоаневризмы в области наложения шва. Связано это с тем, что артериальная стенка была уже деструктивно измененной и от полного разрыва в последующем ее удерживали гематома и образовавшиеся спайки в перикарде. Коронарная фистула в ЛЖ, вероятно, образовалась в результате первоначальной траектории ранящего снаряда либо эрозии псевдоаневризмы в эндокарде. В отличие от врожденных КФ, сливающихся в камеры с низким давлением (правые отделы сердца), “наша фистула” дренировалась в ЛЖ, камеру с высоким давлением. Наблюдаемая КФ при ЭхоКГ в режиме доплера показывала дренирование крови из ДВ в полость ЛЖ только во время диастолы. С гемодинамической точки зрения фистула у пациента была небольшой и не вызывала сердечной недостаточности или значительного “феномена обкрадывания” на момент осмотра, однако с течением времени она обычно увеличивается в размерах и может вызывать перегрузку сердца, ишемию миокарда, аритмию, а также риск эндокардита и разрыва миокарда (19).

Анализ литературы показал два основных подхода в лечении посттравматических повреждений коронарных сосудов: традиционное открытое хирургическое вмешательство и миниинвазивное рентгенэндоваскулярное вмешательство. При открытом хирургическом вмешательстве выполняется прямое ушивание или резекция поврежденного сегмента сосуда с последующей реваскуляризацией (аортокоронарным шунтированием). Например, D. Yoshioka и соавт. (2011) описали успешное удаление гигантской посттравматической аневризмы правой коронарной артерии с одновременным шунтированием дистального русла для профилактики ишемии (20). В другом случае травматической аневризмы ПМЖВ, осложненной фистулой в ЛЖ, T.O. Cheng и P.C. Adkins (1973) выполнили открытую резекцию аневризматического мешка и ушивание отверстия фистулы, достигнув выздоровления пациента (11). Данные операции выполняются в плановом порядке и только при возможности устранения повреждений, вызвавших данные осложнения. Несомненно, при тампонаде сердца и других неотложных состояниях показана немедленная торакотомия/стернотомия для устранения жизнеугрожающего состояния. В нашем наблюдении так и было, у пациента при рецидиве гемо-

перикарда после ранее выполненной пункции перикарда произведены срочная стернотомия, ревизия перикарда, остановка кровотечения из ДВ коронарной артерии. Однако в последующем при ухудшении состояния при рестернотомии была попытка выделения псевдоаневризмы, которая могла привести к ее разрыву прямо на столе, дальнейшее вмешательство на коронарных артериях в условиях воспаленного, неоднократно оперированного перикарда сопряжено с крайне высокой интраоперационной летальностью. В подобных ситуациях предпочтительнее малоинвазивные методики.

В последние два десятилетия накоплен колоссальный опыт эндоваскулярного лечения повреждений коронарных артерий. Впервые успешное использование коронарного стент-графта при перфорации коронарной артерии было описано С. Briguori и соавт. в 2000 г. (21). С тех пор стент-графты применяются при перфорации или дефекте коронарных артерий. Применительно к нашему описанию клинического наблюдения, несколько авторов сообщали об удачном закрытии псевдоаневризм именно методом стентирования. S. Hong и соавт. еще в 2005 г. описали случай эндоваскулярного устранения дефекта коронарной артерии у молодого пациента после ножевого ранения, у которого образовалась псевдоаневризма ПМЖА. Дефект был устранен с помощью стент-графта (14). В 2025 г. S. Kumar и соавт. также сообщили о случае посттравматической коронарной псевдоаневризмы, устраненной имплантацией стента и с хорошими результатами пациента через год наблюдения (13). Наше наблюдение подтверждает высокую эффективность эндоваскулярного вмешательства. Преимущество эндоваскулярного подхода в том, что он минимизирует травматизацию сердца, снижает риск массивной кровопотери, а также позволяет сохранить кровоток в поврежденном сосуде (в случае применения стент-графта) (10). Такой подход согласуется с современными тенденциями: по данным литературы, миниинвазивные вмешательства при псевдоаневризмах и артериовенозных фистулах различной этиологии и локализации имеют высокую эффективность и низкий процент осложнений (13, 22). Альтернативой является эмболизация. Данный метод позволяет закрывать травматическую аневризму методом суперселективного введения спиралей (15). Однако эмболизация подходит только для дистальных или небольших ветвей, где их окклюзия не критична для миокарда или для мешотчатых аневризм с узкой шейкой. В нашем наблюдении

эмболизация ДВ могла ухудшить кровоснабжение боковой стенки ЛЖ, а также не полностью окклюзировать КФ в связи с развитием эффективного коллатерального кровотока, поэтому предпочтение было отдано стентированию.

Представленное клиническое наблюдение подтверждает точку зрения ряда авторов о том, что любое посттравматическое повреждение коронарных сосудов подлежит устранению независимо от его размеров и клинических проявлений, поскольку сохраняется риск прогрессирования сердечной недостаточности, разрыва аневризмы, инфекционных осложнений (10, 17). Даже относительно небольшие фистулы могут приводить к гипердинамической перегрузке или служить входными воротами для инфекционного эндокардита, поэтому их рекомендуют устранить по возможности в ранние сроки после выявления (23). Еще в 80-х годах XX века в публикациях J.E. Lowe и соавт. (1983), G.E. Haas и соавт. (1986), посвященных травматическим коронарным фистулам, подчеркивается, что консервативная выжидательная тактика не оправдана, тогда как плановое закрытие фистулы приводит к хорошим исходам (24, 25). Мы согласны с их мнением: изначально после первой стернотомии и остановки кровотечения из ДВ состояние пациента было относительно стабильным. Без устранения КФ и псевдоаневризмы прогрессировал бы перикардит, сохранялась угроза кровотечения и повторной тампонады. Закрытие КФ и ПКА позволило устранить жизнеугрожающие осложнения и их последствия.

Заключение

Проникающие травмы сердца требуют не только экстренной помощи, но и длительного последующего наблюдения из-за риска отсроченных осложнений. Представленное наблюдение редкого сочетания посттравматической КФ и псевдоаневризмы подчеркивает важность комплексного подхода и настороженности при проникающих огнестрельных ранениях грудной клетки. Даже незначительные повреждения в области сердца могут привести к жизнеугрожающим осложнениям (тампонаде, кровотечению) через дни или недели после травмы. Контрольные диагностические инструментальные исследования (ЭхоКГ, КТ-ангиография, коронарография) должны выполняться при малейшем подозрении на травму или повреждение, что позволяет своевременно выявить осложнения. Лечение подобных осложнений оптимально проводить в высокоспециализированном центре с возможностями кардиохирур-

гии и интервенционной кардиологии, используя гибридную стратегию – хирургическое устранение тампонады и декомпрессию миокарда, за которыми следует малоинвазивное устранение оставшихся осложнений. Эндovasкулярные технологии являются эффективным и безопасным методом лечения травматических псевдоаневризм и фистул коронарных артерий, позволяя избежать осложнений; междисциплинарное сотрудничество и индивиду-

Objective: To present a clinical case of successful treatment of a patient with a cardiac injury complicated by delayed hemopericardium with the formation of a pseudoaneurysm and a coronary-left ventricular fistula.

Introduction. Delayed complications of penetrating heart injuries (post-traumatic coronary fistulas, pseudoaneurysms) are rare, difficult to diagnose, and associated with the risk of tamponade and death. Multimodal imaging is necessary to identify such complications, and high-tech medical care is required for the successful treatment of combined injuries.

Presentation of a clinical case: a clinical observation of a patient with combined injuries to the chest, abdomen, pelvis, and limbs is presented. On the 15th day after the injury, the patient developed hemopericardium, and a pericardial puncture, sternotomy with pericardial revision, and ligation of the bleeding diagonal branch of the coronary artery were performed. In the delayed postoperative period, the patient's condition worsened, and diagnostic tests (echocardiography, CT scan, coronary angiography), resternotomy, pericardial revision, and pericardiectomy were performed. During instrumental diagnostics and intraoperative revision of the pericardium, a fistula and pseudoaneurysm of the coronary artery were detected. Endovascular closure of the coronary artery defects was performed using a stent graft.

Discussion. The combination of coronary artery pseudoaneurysm and coronary-ventricular fistula is an extremely rare and diagnostically challenging complication of cardiac injury. Coronary imaging is essential in cases of chest injury or contusion. A hybrid approach (decompression and pericardiectomy followed by stent graft implantation) minimizes the risk of perioperative and postoperative complications, especially in severely ill patients with multiple injuries.

Conclusions. Early coronary angiography allows the detection of hidden damage to the coro-

альный подход являются залогом успешного лечения нетипичных сложных случаев.

Данная статья дополняет данные литературы о посттравматических поражениях коронарных артерий и подтверждает, что при должной бдительности и использовании современной высокотехнологичной медицинской помощи даже крайне редкие и сложные осложнения проникающей травмы сердца могут быть своевременно распознаны и успешно устранены.

nary arteries after chest contusion or injury. High-tech medical care minimizes intraoperative and postoperative complications, especially in severely ill patients with multiple injuries.

List of abbreviations

CF – coronary fistulas

CAP – coronary artery pseudoaneurysm

ECHO-CG – echocardiography

CT – computed tomography

SST – secondary surgical treatment

APACHE II (Acute Physiology, Age, Chronic Health Evaluation) — a scale for assessing the severity of a patient's condition in intensive care units

SOFA (Sequential Organ Failure Assessment, Sepsis-related Organ Failure Assessment) – a scale for assessing the severity of organ dysfunction in patients in intensive care units

LAD – anterior interventricular artery

DA – diagonal artery

MPAP – mean pulmonary artery pressure

LVEF – left ventricular ejection fraction

ECG – electrocardiogram

TAPSE (tricuspid annular plane systolic excursion) – systolic excursion of the tricuspid valve annulus, an indicator of right ventricular contractile function

TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction) – classification of coronary artery blood flow velocity

NYHA (New York Heart Association) – functional classification of heart failure

Introduction

Penetrating heart injuries, whether caused by peacetime trauma or combat, remain among the most dangerous and deadly in medical practice. According to recent studies, more than 80% of victims with such injuries die at the scene of the accident without receiving qualified medical care (1). However, thanks to the development of modern evacuation methods and timely prehospital care, more and more patients are surviving the hospital

stage, even with severe combined injuries. With timely medical care, survival rates reach 62% for penetrating heart injuries (2). Despite increased survival rates, patients who survive the acute phase of trauma thanks to emergency interventions (pericardiocentesis, sternotomy, etc.), remain at risk of developing delayed complications due to previously undiagnosed damage to heart structures and equally life-threatening complications (2, 3). Such rare long-term consequences include acquired coronary fistulas (CF) and post-traumatic pseudoaneurysms of the coronary arteries (CAP). Due to the low incidence of these complications after cardiac injury, diagnosis is often incomplete, and clinical manifestations may appear days or weeks after the injury, when doctors become less vigilant and a false sense of "well-being" sets in. This can lead to cardiac tamponade and, in some cases, death (4–6). Historically, congenital forms predominated in the structure of CF, with an incidence of 0.2–0.4% of all congenital heart defects (7), but today up to 10% of all CF cases are acquired, in particular, traumatic in origin (3). The relevance of the problem is emphasized by the high frequency of combat chest trauma, ranging from 4 to 11.6% of all combat injuries, with up to 75.5% of them being penetrating gunshot wounds, often of a blind fragmentary nature (8). The formation of CAP, the frequency of which in the general population does not exceed 0.3–5.3% (9), is a challenge in terms of diagnosis and treatment. These pathologies are associated with a high risk of fatal complications: rupture of the CAP and CF with cardiac tamponade, coronary dissection, distal thromboembolism, or myocardial ischemia due to external compression of the vessel by hematoma, as well as the development of arrhythmias (10). The combination of CAP with CF draining into the left ventricle exacerbates hemodynamic disturbances due to significant blood loss, leading to rapid progression of heart failure (3). Modern management of such patients requires a comprehensive high-tech approach. Advances in medical technology provide multidisciplinary teams of cardiac surgeons and endovascular surgeons with a wide range of methods: from open surgical correction with aneurysm resection and fistula repair to endovascular interventions such as the implantation of covered stents or occlusion devices (11–15).

Accurate preoperative diagnosis using a combination of imaging methods (echocardiography, CT angiography, selective coronary angiography), which allow for accurate localization of foreign bodies and assessment of the anatomy of the coronary artery vascular bed and its damage in order to plan the optimal treatment (16). This article describes a rare case of complications in a heart injury, combin-

ing post-traumatic CF and CAP in a patient with combined shrapnel wounds to the chest, abdomen, and limbs. Unique and rare cases of combined post-traumatic heart injury require publication and analysis to develop optimal clinical algorithms and tactics. There are no similar clinical cases in the Russian literature, and they are extremely rarely mentioned in foreign literature (11, 12). Moreover, since the publication of these articles, medical technology has continued to develop, and tactics and treatment for such complications have improved.

Presentation of a clinical case.

Wounded S., 23 years old, no previous history of heart disease. Suffered combined injuries to the chest, abdomen, pelvis, and limbs. During evacuation, the following procedures were performed: drainage of the left pleural cavity due to hemopneumothorax, laparotomy, suturing of liver wounds, suturing of a through wound of the stomach, surgical treatment of wounds of the chest, left forearm, gluteal region, and right lower leg. On the fifth day, he was transferred to the A.A. Vishnevsky National Medical Research Center for Vascular Surgery. Upon admission, due to signs of retroperitoneal hemorrhage, the following procedures were performed: relaparotomy, revision of the abdominal organs, opening of a paracolic hematoma on the right, sanitation and drainage of the abdominal cavity.

The patient was diagnosed with: Shrapnel wounds to the chest, abdomen, pelvis, and limbs. Shrapnel penetrating wounds to both sides of the chest, bilateral hemopneumothorax. Shrapnel blind penetrating wound to the left lung, abdomen with damage to the liver and stomach. Hemoperitoneum. Multiple shrapnel wounds to the left forearm. Shrapnel blind wound to the soft tissues of the right gluteal region. Shrapnel blind wound to the right lower leg. Operations: Thoracocentesis, drainage of the left pleural cavity. Laparotomy, revision of the abdominal organs, wounds of the liver and stomach, sanitation, drainage of the abdominal cavity. Laparostomy. secondary surgi treatment of wounds of all locations. Relaparotomy, revision of abdominal organs, opening of paracolic hematoma on the right, sanitation and drainage of the abdominal cavity. Closure of laparostomy. Subsequently, dressings were applied to the postoperative wounds and surgical treatment of the wound surfaces was performed, along with conservative treatment: infusion-corrective therapy, antibacterial therapy, prevention of erosive and ulcerative complications, analgesics, and anti-inflammatory drugs.

On the 15th day after the injury, his condition worsened, with increasing respiratory failure and discomfort in the chest area.

The patient complained of shortness of breath, discomfort and pain in the chest, in the area of postoperative wounds, in the limbs, and general weakness. The pa-

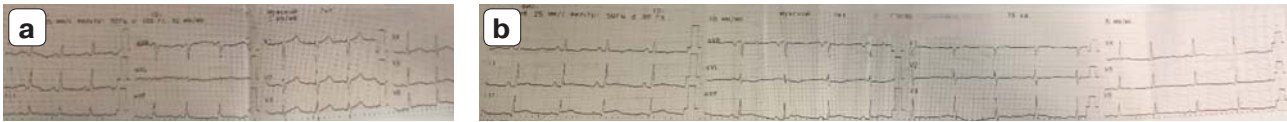


Fig. 1. a – ECG on day 15 after injury; **b** – ECG after stent graft implantation in the left ventricle.

patient's condition is serious. According to the APACHE II scale, he scored 4 points (3% probability of death), and 1 point on the SOFA scale. He is conscious, responsive, and alert. The skin is pale. Body temperature is 37.3°C. The chest is of normal shape, with slight lag of the left half during breathing. A drain is installed in the 5th intercostal space, through which 200 ml of dark hemorrhagic discharge was collected. frequency of respiratory movements is 19 per minute. Auscultation reveals vesicular breathing, weakened in the lower right sections, no rales. SpO₂ is 94% with intranasal oxygen. Heart sounds are muffled and rhythmic. Blood pressure is 100/60 mmHg. Heart rate is 104 beats per minute. Sinus rhythm on ECG. Tongue dry, clean. Abdomen soft, distended, painful in the area of the postoperative wound. No symptoms of peritoneal irritation. Peristalsis detected. Dressings dry. Adequate urine output via catheter.

Objectively: shrapnel wounds to the chest, abdomen, and limbs up to 5 mm in diameter are healing by secondary tension; postoperative wounds are healing by primary tension, with no signs of inflammation.

Laboratory tests on day 15:

Complete blood count: Hb – 99 g/L, RBC – $3.44 \cdot 10^{12}/L$, Ht – 30.3%, WBC – $28.1 \cdot 10^9/L$;

Biochemical blood analysis without abnormalities, except for: CPK – 1076,9 (24–200) U/L, CPK-MB – 46,8 (0–24) U/L, troponin I – 24.4 ng/ml (normal range up to 29.69 ng/ml);

Coagulogram: prothrombin activity according to Quincke – 80.7%, INR – 1.12, prothrombin time 13 sec, APTT – 67.8 sec, fibrinogen according to Clauss – 6.36 g/L.

Presepsin level was 1331 pg/ml (0–200 pg/ml).

Complete urine analysis and other tests showed no abnormalities.

The injured patient underwent instrumental examination methods:

ECG on the 15th day after the injury, accelerated sinus rhythm was determined. HR 97 per minute. Normal EOS. Nonspecific change in the repolarization processes of the lower-lateral wall of the LV (Fig. 1a).

On the 15th day, an echocardiogram reveals effusion in the pericardial cavity, consisting of two components: liquid and dense, organized – most likely the pericardium. The total volume of the pericardial cavity is 550 ml. The organized part has a heterogeneous structure and closely adheres to the visceral pericardial layer along the entire length of the left ventricle on the side of the lower posterior wall, transitioning to the lower wall of the right

ventricle; the maximum thickness is 20 mm. The separation of the pericardial layers behind the apex of the heart is 28 mm, behind the free wall of the ventricle is 20 mm. The right chambers of the heart are compressed, the free wall of the right atrium collapses. There is a decrease in the volume of the left ventricle with the formation of intraventricular obstruction. LVEF 70%. SDLA 30 mmHg.

Due to the high risk of cardiac tamponade in the intensive care and resuscitation unit, a pericardial puncture was performed under ultrasound guidance. 450 ml of hemolyzed blood was evacuated. The patient noted an improvement in his condition, with reduced shortness of breath.

The next day, the patient's condition worsened, shortness of breath recurred, discomfort and chest pain returned, and the following examination was performed:

CT scan of the chest and abdominal cavity. Compared to the previous CT scan upon admission to the hospital, which revealed: blind fragmentary contusion of the lower lobe of the left lung. Bilateral basal infiltration of the lungs. Bilateral hydrothorax. Left-sided pneumothorax. Hydropericardium. Pneumoperitoneum. Condition after median laparotomy, drainage of the abdomen and pelvis. Foreign body, blind fragmentary rupture of the left gluteus maximus muscle and the muscle that straightens the spine on the right. Infiltration of the right inguinal-femoral canal. Interstitial pulmonary edema appears, compression-atelectatic changes in the lungs intensify, contusions with wound channels in both lungs remain, metal fragment in the left lung without dynamics (Fig. 2a). Resolution of right-sided pneumothorax. Increased bilateral hydrothorax, with the appearance of a gas-liquid level on the left. The left pleural cavity is drained. Hydrohemopericardium with dynamic lysis of the hemorrhagic component and a slight decrease in thickness. Metal fragment in the muscle that straightens the spine on the right without dynamics.

Echo-CG the following day: the threat of cardiac tamponade persists! Effusion is detected in the pericardial cavity, consisting of two components: liquid and dense, organized – most likely hemopericardium. The total volume of the pericardial cavity is 500 ml.

A consultation was held for this patient, at which it was determined that, due to progressive cardiovascular and respiratory failure, sternotomy with pericardial revision to locate the source of bleeding was indicated.

On the 16th day after the injury, the patient underwent surgery–sternotomy, pericardial revision, suturing of the

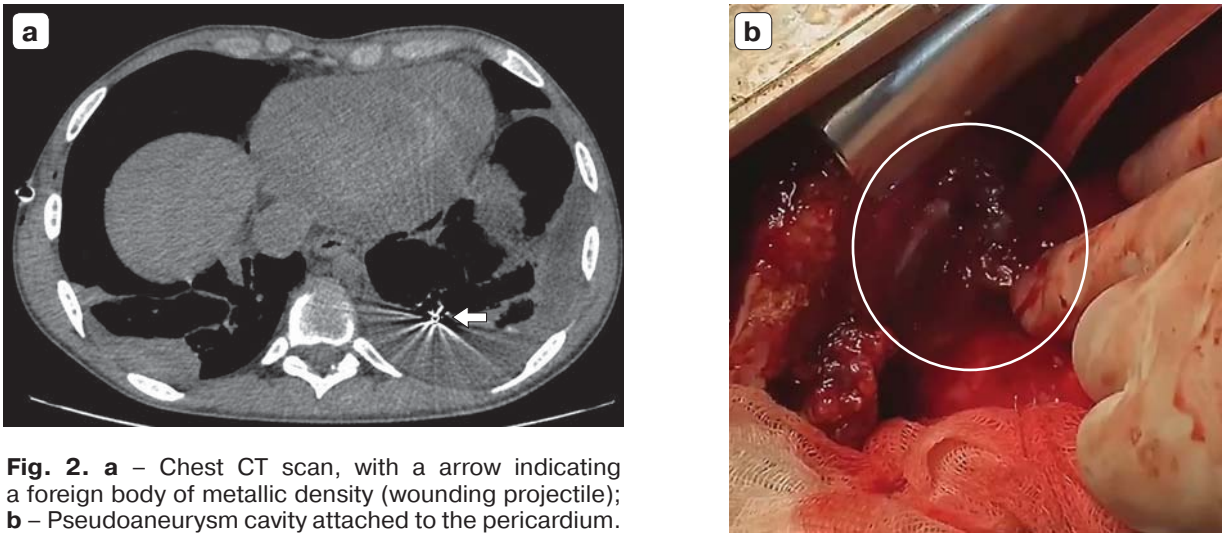


Fig. 2. a – Chest CT scan, with a arrow indicating a foreign body of metallic density (wounding projectile); **b** – Pseudoaneurysm cavity attached to the pericardium.

diagonal artery (DA), sanitation, and drainage. During the operation, 500 ml of serous fluid was evacuated from the pleural cavities. The pericardium was tense, and upon opening the pericardium, approximately 400 ml of lysed blood was released. Upon examination, the heart was covered with a hematoma 4 mm thick on the anterior surface and 20 mm thick on the posterior-lateral and diaphragmatic surfaces. After removal of the hematomas and separation of the adhesions, bleeding occurred, the source of which was the DA of the anterior interventricular artery (LAD). The DA was sutured. Sanitation and drainage of the pericardium were performed.

The following were added to the above conservative therapy: antifungal therapy, respiratory therapy (breathing exercises, inhalation through a nebulizer).

The early postoperative period proceeded without complications. On the 2nd and 10th days after surgery, echocardiography showed that the pericardial layers were thickened and compacted, with signs of pericardial effusion. SDLA 30 mmHg. LVEF 64%. TAPSE 17 mm. The inferior vena cava had a diameter of 17 mm and collapsed by more than 50% during inspiration.

On the 15th day after surgery, echocardiography showed that the pericardial layers were thickened and compacted, with approximately 150 ml of pericardial effusion localized behind the apex of the heart, the anterior wall of the LV, and the free wall of the right ventricle. In the pericardial cavity in the area of the lower and lateral walls of the LV, there is heterogeneous content, separation of the pericardial layers 15 mm, signs of adhesion in the indicated area. The dimensions of the heart cavities are within normal limits. Mitral regurgitation grade 1. Tricuspid regurgitation grade 1. Pulmonary valve regurgitation grade 1. SDLA 30 mm Hg. LVEF 68%. TAPSE 17 mm. A CT scan was also performed on the 16th day after surgery: CT image of the condition after sternotomy, effusion in the pericardial cavity, signs of hematoma in the

pericardial cavity at the level of the upper mediastinum - no change in volume.

On the 33rd day after the injury, due to the gradual deterioration of the patient's condition over the course of a week, manifested by signs of instability with progressive pain syndrome in the area of the postoperative chest wound over the last three days and signs of pulmonary edema, as well as CT and echocardiography data, the following surgery is planned: re sternotomy, revision, pericardial cavity sanitation, partial pericardectomy, sternum reosteosynthesis.

During the operation, sternum diastasis up to 4 mm is determined. In the pericardial cavity, there are loose adhesions with cavities in the area of the right atrium, diaphragmatic surface, left ventricle with massive fibrin deposition, pericardial adhesion, the pericardium is thickened to 3 mm. In the area of the DA and LAD projection (area of the previous DA ligation), a dense-elastic formation measuring $5.5 \times 4.0 \times 3.0$ cm is visualized, fused with the pericardium, located epicardially (Fig. 2b). Arterial blood was obtained during puncture. Considering the location and arterial blood obtained during puncture of this formation, the formation is assessed as a pseudoaneurysm of the DA. Given the altered topography, inflammatory changes in the adjacent tissues, and the extremely high risk of fatal bleeding during the opening of the pseudoaneurysm, it was decided to refrain from open surgery in favor of endovascular intervention. Rheosteosynthesis of the sternum was performed using a modified Robichek technique. Layered wound closure.

The day after the operation, an echocardiogram was performed: postoperative asynergy of the interventricular septum contraction. SDLA 30 mmHg. Global systolic function of the left ventricle and its diastolic function are not impaired, LVEF 64%. TAPSE 19 mm. On the short axis of the LV at the level of the basal segment of its anterior wall, there is an anechoic formation with clear

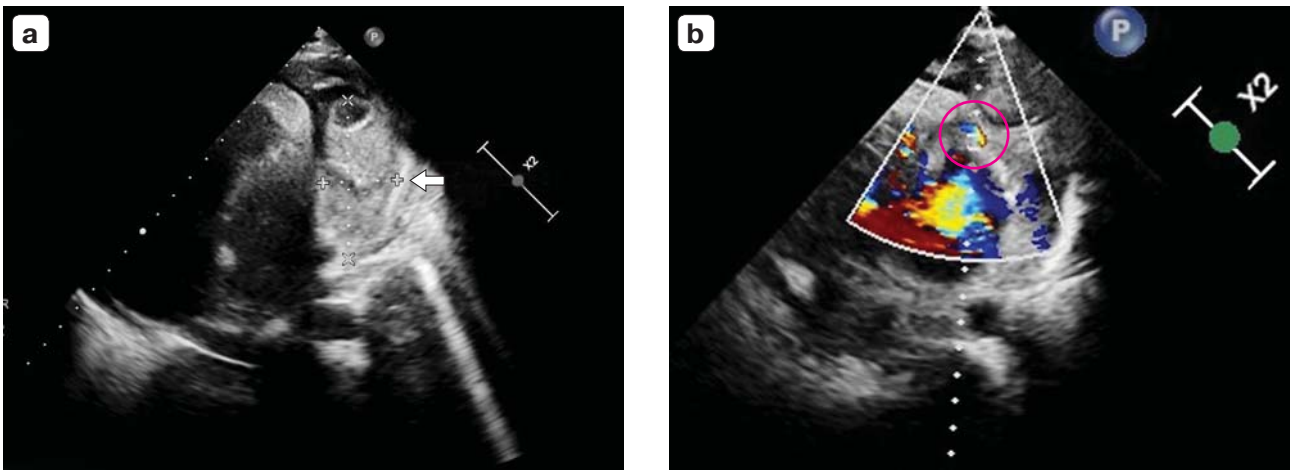


Fig. 3. Echo-CG. **a** – the arrow indicates the cavity of the coronary artery pseudoaneurysm; **b** – CF with the left ventricle is marked inside the red circle.

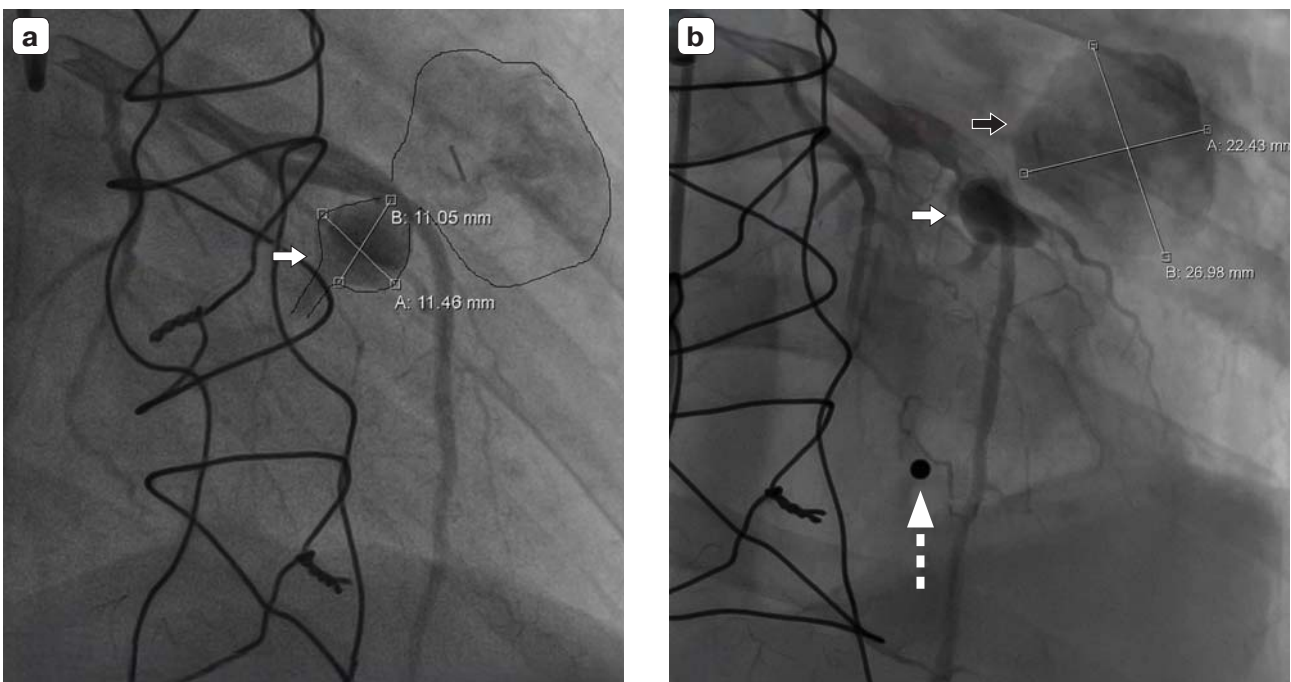


Fig. 4. Coronary angiogram. **a** – the white arrow indicates an intramural pseudoaneurysm and fistula of the left anterior descending coronary artery; **b** – the black arrow indicates a pseudoaneurysm of the left anterior descending coronary artery.

walls, a pseudo-contrast effect in its cavity, measuring 2.5×3.4 cm, a pseudoaneurysm of the coronary artery (Fig. 3a). This formation communicates with the LV cavity through a tortuous canal with a diameter ranging from 8 mm (in the thickness of the myocardium of the anterior and anterolateral walls) to 3 mm directly in the left ventricular cavity—signs of a coronary-left ventricular fistula (Fig. 3b). Diastolic shunt blood flow is recorded in the left ventricular cavity and systolic-diastolic blood flow at the level of the “aneurysm.” The pericardial layers are compacted and thickened, and approximately 100 ml of pericardial effusion is detected, localized behind the the apex of the heart and the free wall of the right ventricle.

in the pericardial cavity in the area of the lower and lateral walls of the LV, there is heterogeneous content, separation of the pericardial layers by 10 mm, signs of adhesion in the indicated area.

On the 35th day after the injury, a coronary angiography was performed, which visualized a round metal fragment measuring 2.5×2.5 mm in the projection of the left lung. In the middle third of the left ventricle, a defect in the vascular wall was visualized with the formation of a pseudoaneurysm measuring 22.0×27.0 mm and an intramural aneurysm measuring 11.0×11.2 mm with a fistula into the left ventricular cavity (Fig. 4a, b). The other coronary arteries are unchanged.

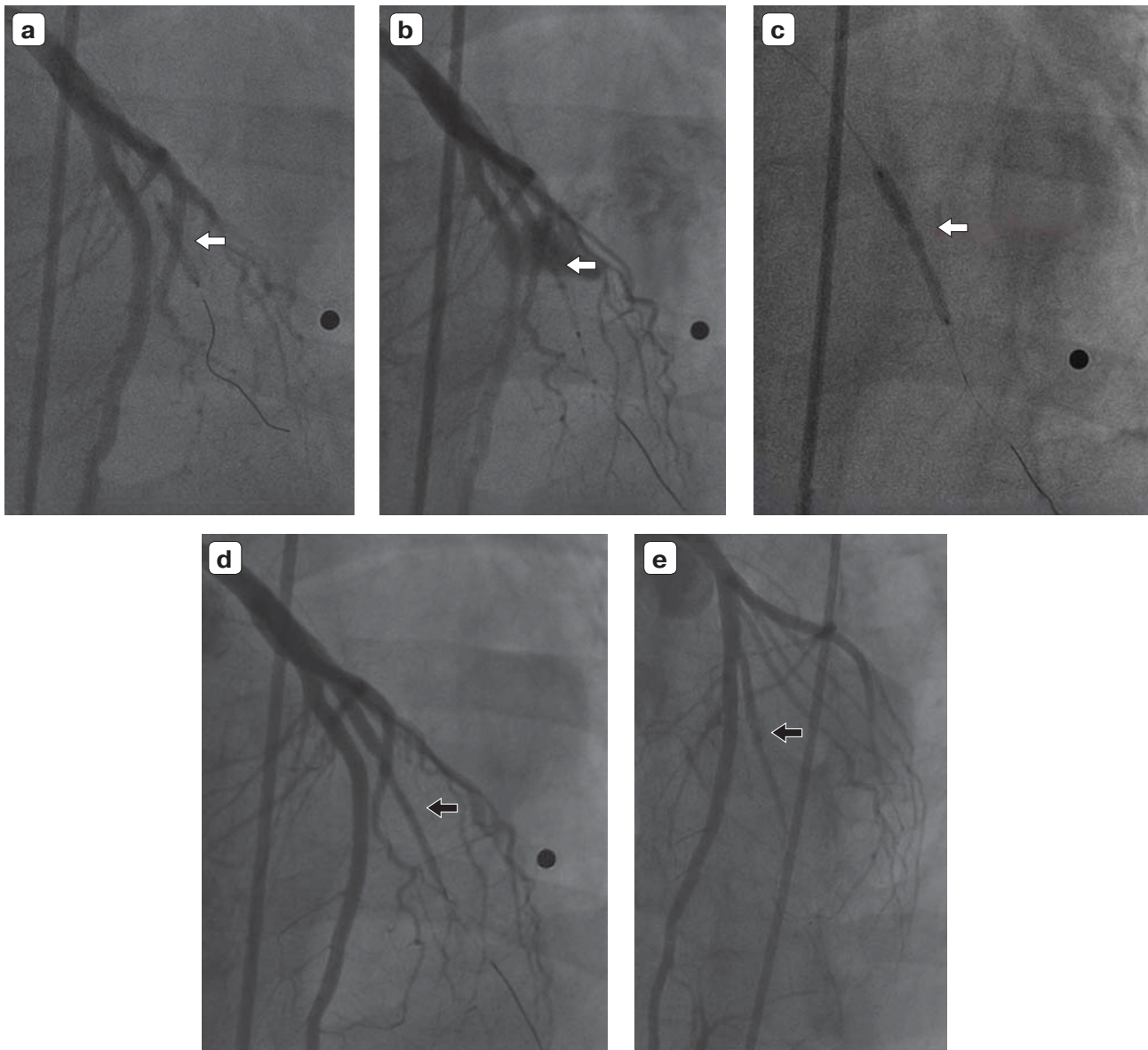


Fig. 5. Coronary angiogram. **a** – the white arrow indicates a dilated balloon in the LV in the area of the coronary artery defect with the formation of CF and CAP; **b, c** – The white arrow indicates a stent graft positioned and then inflated in the LV defect; **d, e** – The black arrow indicates the restored LV of the coronary artery with an implanted stent graft and no filling of the CF and CAP, with fully restored blood flow according to the TIMI III scale.

After a consultation, it was decided to perform angioplasty on the diagonal branch. A loading dose of 600 mcg of clopidogrel tablets was administered and 2500 units of heparin solution were added. A guidewire was inserted into the distal section of the DA beyond the defect area, a balloon (D – 3.0 mm, L – 15 mm) was positioned in the area of the suspected vascular wall defect, dilated with low pressure (Fig. 5a), and angiography was performed, confirming the absence of signs of extravasation. A Papyrus stent graft (D – 3.0 mm, L – 26 mm) was implanted into the diagonal branch in the defect area by inflating the balloon once to 6 atmospheres (Fig. 5 b, c). At the end of the procedure, a control coronary angiography was performed – the stent graft was ade-

quately localized, blood flow was TIMI III; post-traumatic pseudoaneurysm and fistula in the left ventricle were “excluded” from the blood flow (Fig. 5 d, e). The ECG showed no signs of ischemia (Fig. 1b). The patient was prescribed standard dual antiplatelet therapy for 12 months in the postoperative period.

The patient tolerated all stages of treatment satisfactorily. Before discharge, echocardiography showed that the aneurysm was thrombosed and decreasing in size. No signs of coronary-left ventricular fistula were detected, and no systolic flow was detected in the myocardium. The pericardial layers were compacted and significantly thickened, with signs of organized pericardial effusion behind the basal and middle sections of the anterior-

lateral and lower-lateral walls of the left ventricle. Postoperative asynergy of myocardial contraction of the interventricular septum. LVEF 64%. CT scan before discharge: CT picture of the condition after sternotomy, insignificant effusion in the pericardial cavity, signs of hematoma in the pericardial cavity at the level of the upper mediastinum – no change in volume. Thickening of the retrosternal tissue. At the time of discharge, 60 days after the injury, the patient had NYHA functional class II (moderate dyspnea on exertion), which was due to repeated sternotomy and the consequences of combined trauma. There was no damage to internal organs (liver, stomach, limbs) at this time. The condition of the heart in the long term was a cause for concern: given the partial pericardectomy, the risk of developing constrictive pericarditis was insignificant, but a non-functioning pseudoaneurysm resolving in the pericardium could theoretically serve as a source of infection. In this regard, the patient was recommended to undergo echocardiography every 3 months.

Six months after discharge, we conducted a follow-up assessment. The patient returned to his daily activities and reported only slight shortness of breath when walking fast. Repeat echocardiogram: heart chambers are normal in size, local myocardial contractility is almost normal (minor hypokinesia of the septum persists, without affecting global function, LVEF 66%). The pericardium is diffusely thickened to 4–5 mm, but mobility is sufficient, with no signs of constriction. There is no pseudoaneurysmal cavity, but pericardial thickening is detected. No pathological shunting is detected in color Doppler mode. Thus, sustained remission has been achieved—closure of the fistula and no recurrence of pseudoaneurysm. The patient continues dual antiplatelet therapy (aspirin and clopidogrel) and beta-blockers and feels clinically well. In the medium term, it is expected that the patient will be able to return to limited physical activity. The likelihood of late complications, such as restenosis or stent thrombosis, progression of constrictive pericarditis, is considered low but requires dynamic monitoring. A repeat coronary angiography is planned in 12 months to check the patency of the stent graft, as well as regular echocardiograms every 3 months during the first year. Thus, at the time of the last examination, the immediate and early results can be considered successful: hemodynamics are stable, and the identified dangerous complications have been completely eliminated.

Discussion

This clinical case is truly unique, presenting a rare combination of two complications of cardiac trauma: post-traumatic coronary fistula and coronary artery pseudoaneurysm. There are only a few similar cases described in the literature. The first documented case was a successful surgical cor-

rection of a rupture of the anterior descending artery with the formation of an aneurysm and fistula in the left ventricle, published by Cheng and Adkins in 1973 (11). In 1996, Tsushima et al. reported a traumatic fistula between the anterior descending artery and a false aneurysm of the left ventricular wall that developed 6 months after a stab wound (12). In our case, there is a combination of a coronary-ventricular fistula and a true coronary pseudoaneurysm. Such combined complications are extremely rare and difficult to diagnose, as evidenced by the complications in our case that were not diagnosed in time (more than 2 weeks after the injury).

Several factors contribute to the difficulty in identifying such complications. First, upon admission and during evacuation, the main priority is to stabilize the patient's condition and eliminate the immediate threat to life – pneumothorax (drainage of the left pleural cavity), liver and stomach injuries (laparotomy, suturing of liver wounds, suturing of a through wound of the stomach), retroperitoneal hemorrhage (opening of a paracolic hematoma on the right). The surgeons' attention was focused on saving the patient's life, and the patient had no complaints of pain in the heart area. Given the combined injuries to many organs and systems, undetected damage to the coronary artery may go unnoticed, especially if the bleeding initially stopped on its own (tamponaded by blood clots) and was masked by other injuries. Damage to the DA was not evident until the pericardium was revised; the first signs of coronary damage began to appear only on the 15th day, when signs of hemopericardium appeared. The combination of laboratory and instrumental data on the 15th day after the injury indicated the development of a systemic inflammatory response (marked leukocytosis, elevated fibrinogen, elevated presepsin) with signs of incipient coagulopathy and organ damage. High troponin levels, at the upper limit of normal, and ECG changes indicate signs of myocardial damage, probably ischemic in nature, according to the second type of myocardial ischemia against the background of a developing inflammatory reaction in the body and anemia. Thus, the patient had all the signs of a severe complication in the form of a combination of an infectious-inflammatory process, which significantly complicated the detection of a cardiac event. Damage to the DA was not evident until the pericardium was revised; the first signs of coronary damage began to appear only on the 15th day, when signs of hemopericardium appeared. Second, the clinical picture of post-traumatic complications of heart injuries was nonspecific. The patient's complaints (shortness of breath, weakness, chest discomfort) were not immediately interpreted as signs

of tamponade, given the presence of postoperative wounds and the patient's generally serious condition. Even performing an echocardiogram does not always allow for accurate determination of the nature of the pericardial contents, despite the sensitivity of the method being at least 95%. In our observation, functional diagnosticians noted "organized masses" in the pericardial cavity, mistaking them for ordinary blood clots. Only in retrospect it is clear that these dense formations corresponded to the wall of a forming pseudoaneurysm adjacent to the epicardium. Thus, standard transthoracic echocardiography has limitations in visualizing small structures in trauma; organized hemopericardium can mask focal damage to the myocardium and coronary arteries. To improve diagnostic accuracy, multimodal imaging is necessary. In our case, a combination of methods provided valuable information: repeated echocardiography over time, CT, intraoperative revision, and selective coronary angiography. Coronary angiography remains the "gold standard" in the visualization of coronary lesions. Our clinical case confirms this fact, as coronary angiography definitively confirmed the presence of CF and pseudoaneurysm of the DA, which allowed us to plan the optimal treatment. In retrospect, it is clear that in the case of repeated hemopericardium, earlier coronary angiography could have been considered. Therefore, we believe that all patients with cardiac injury, in addition to echocardiography, especially when unexplained pericardial effusion or areas of myocardial hypokinesia are detected, should undergo invasive coronary angiography or noninvasive CT coronary angiography to identify potentially fatal damage to the myocardium and heart vessels. The author of another clinical case shares this opinion, in which CT coronary angiography made it possible to diagnose a coronary artery pseudoaneurysm and eliminate this complication (13). In our opinion, this approach is correct; failure to adhere to it may lead to adverse outcomes, as confirmed by reports of cases of delayed cardiac tamponade resulting in death (5, 6).

Our clinical case is also interesting due to the peculiarity of CAP and CF formation. Unlike a true aneurysm, in a false aneurysm, one or more layers of the vascular wall are absent (17). According to the pathophysiology of gunshot wounds, there are two possible scenarios for the development of a coronary artery defect. In the first scenario, the projectile most likely damaged the coronary artery in the area of primary necrosis, causing a partial rupture of the artery with thrombus formation, which stopped the bleeding into the pericardium until its subsequent lysis and the onset of bleeding on the 15th day. In the second scenario, the coro-

nary artery was located in the zone of secondary necrosis of "molecular concussion," which led to the destruction of the coronary artery wall on the 15th day after the injury with the development of bleeding into the pericardium (18). Subsequently, ligation of the DA stopped the bleeding, but probably contributed to the formation of a pseudoaneurysm in the area of the suture, due to the fact that the arterial wall was already destructively altered, and was subsequently held together by a hematoma and adhesions formed in the pericardium. The coronary fistula into the left ventricle was probably formed as a result of the initial trajectory of the wounding projectile or erosion of a pseudoaneurysm in the endocardium. Unlike congenital CFs that drain into low-pressure chambers (right heart), our fistula drained into the LV, a high-pressure chamber. The CF observed on Doppler echocardiography showed blood drainage from the LV to the LV only during diastole. From a hemodynamic point of view, the patient's fistula was small and did not cause heart failure or significant "steal phenomenon" at the time of examination, but over time it usually increases in size and can cause heart overload, myocardial ischemia, arrhythmia, and the risk of endocarditis and myocardial rupture (19).

A review of the literature revealed two main approaches to the treatment of post-traumatic coronary artery injuries: traditional open surgery and minimally invasive endovascular intervention. In open surgery, direct suturing or resection of the damaged vessel segment is performed, followed by revascularization (aortocoronary bypass grafting). For example, Yoshioka et al. described the successful removal of a giant post-traumatic aneurysm of the right coronary artery with simultaneous bypass of the distal bed to prevent ischemia (20). In another case of traumatic LAD aneurysm complicated by a fistula into the left ventricle, Cheng et al. performed open resection of the aneurysmal sac and suturing of the fistula opening, achieving recovery of the patient (11). These operations are performed on a scheduled basis and only when it is possible to repair the damage that caused the complications. Undoubtedly, in cases of cardiac tamponade and other emergency conditions, immediate thoracotomy/sternotomy is indicated to eliminate the life-threatening condition. In our case, this was the case: the patient had a recurrence of hemopericardium after a previous pericardial puncture, and an emergency sternotomy, pericardial revision, and cessation of bleeding from the left coronary artery were performed. However, when his condition worsened during resternotomy, an attempt was made to isolate the pseudoaneurysm,

which could have led to its rupture right on the operating table. Further intervention on the coronary arteries in conditions of an inflamed, repeatedly operated pericardium is associated with extremely high intraoperative mortality. In such situations, minimally invasive techniques are preferable.

Over the past two decades, experience has been gained in the endovascular treatment of coronary artery lesions. The first successful use of a coronary stent graft in coronary artery perforation was described by Briguori et al. in 2000 (21). Since then, stent grafts have been used for perforations or defects in coronary arteries. In relation to our clinical case report, several authors have reported successful closure of pseudoaneurysms using the stenting method. Hong et al. described a case of endovascular repair of a coronary artery defect back in 2005: a young patient developed a pseudoaneurysm of the left main coronary artery after a stab wound, and the defect was repaired using a stent graft (14). In 2025, Kumar et al. also reported a case of post-traumatic coronary pseudoaneurysm repaired by stent implantation, with good patient outcomes after one year of follow-up (13). Our case confirms the high effectiveness of endovascular intervention. The advantage of the endovascular approach is that it minimizes trauma to the heart, reduces the risk of massive blood loss, and also allows blood flow to be maintained in the damaged vessel (in the case of stent graft use) (10). This approach is consistent with current trends: according to the literature, minimally invasive interventions for pseudoaneurysms and arterio-venous fistulas of various etiologies and localization are highly effective and have a low percentage of complications (13, 22). Embolization is an alternative, this method allows closing a traumatic aneurysm by superselective spiral insertion (15). However, embolization is suitable only for distal or small branches, where their occlusion is not critical for the myocardium, or for saccular aneurysms with a narrow neck. In our case, embolization of the diagonal branch could impair the blood supply to the LV lateral wall, as well as incompletely occlude CF, due to the development of efferent collateral blood flow, therefore stenting became the preference.

The presented clinical case confirms the point of view of a number of authors that any post-traumatic damage to the coronary vessels must be eliminated, regardless of its size and clinical manifestations, since the risk of progression of heart failure, rupture of an aneurysm, and infectious complications remains (10, 17). Even relatively

small fistulas can lead to hyperdynamic overload or serve as an entrance gate for infectious endocarditis, therefore they are recommended to be eliminated as early as possible after detection (23). Back in the 80s of the XX century, in the publications of Lowe et al. and Haas et al., devoted to traumatic coronary fistulas, emphasize that conservative wait-and-see tactics are not justified, whereas planned closure of the fistula leads to good outcomes (24, 25). We agree with their opinion: initially, after the first sternotomy and stopping the bleeding from the DA, the patient's condition was relatively stable. Without the elimination of CF and pseudoaneurysm, pericarditis would have progressed, and the threat of bleeding and repeated tamponade would have persisted. The closure of CF and PCA allowed to eliminate life-threatening complications and their consequences.

Conclusion

Penetrating heart injuries require not only emergency care, but also long-term follow-up due to the risk of delayed complications. The presented case of a rare combination of post-traumatic CF and pseudoaneurysm underscores the importance of an integrated approach and vigilance in penetrating chest wounds. Even minor injuries in the heart area can lead to life-threatening complications (tamponade, bleeding) days or weeks after the injury; Follow-up diagnostic instrumental examinations (echocardiography, CT angiography, coronary angiography) should be performed at the slightest suspicion of injury or damage, which allows timely detection of complications. Treatment of such complications is optimally carried out in a highly specialized center with the capabilities of cardiac surgery and interventional cardiology, using a hybrid strategy – surgical elimination of tamponade and myocardial decompression, followed by minimally invasive elimination of the remaining complications.; Endovascular technologies are an effective and safe method of treating traumatic pseudoaneurysms and coronary artery fistulas, avoiding complications; interdisciplinary collaboration and an individual approach are the key to successful treatment of atypical complex cases. This article complements the literature data on post-traumatic coronary artery lesions and confirms that with proper vigilance and the use of modern high-tech medical care, even extremely rare and complex complications of penetrating heart injury can be recognized and successfully eliminated in a timely manner.

Список литературы [References]

- Zong Z.W., Wang Z.N., Chen S.X. et al. Chinese expert consensus on echelons treatment of thoracic injury in modern warfare. *Mil Med Res.* 2018, 5 (1), 34. <https://doi.org/10.1186/s40779-018-0181-6>
- Tyburski J.G., Astra L., Wilson R.F. et al. Factors affecting prognosis with penetrating wounds of the heart. *J. Trauma.* 2000, 48 (4), 587–590; discussion 590–591. <https://doi.org/10.1097/00005373-200004000-00002>
- Said S.A., Schiphorst R.H., Derksen R., Wagenaar L.J. Coronary-cameral fistulas in adults: Acquired types (second of two parts). *Wld J. Cardiol.* 2013, 5 (12), 484–494. <https://doi.org/10.4330/wjc.v5.i12.484>
- Martin R., Mitchell A., Dhalla N. Late pericardial tamponade and coronary arteriovenous fistula after trauma. *Br. Heart J.* 1986, 55 (2), 216–218. <https://doi.org/10.1136/hrt.55.2.216>
- Xing J., Li S., Zhang L. et al. Fatal delayed cardiac tamponade due to rupture of micropseudoaneurysm of left anterior descending coronary artery following stab to the chest. *Cardiovasc. Pathol.* 2015, 24 (4), 241–243. <https://doi.org/10.1016/j.carpath.2014.11.006>
- Bartoloni G., Trio F., Bartoloni A. et al. A fatal stab wound causing selective injury to the left anterior descending coronary artery, myocardial infarction and delayed cardiac tamponade. *Forensic. Sci. Int.* 2013, 229 (1–3), e16–8. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.03.023>
- Fusco A.S., de Nazaré Miziara Oliveira A., Cunali V.C.A. et al. Fístula coronário-cavitária e dilatação aneurismática. *Arq. Bras. Cardiol. Imagem. Cardiovasc.* 2020, 33, abc. 83.
- Васильев А.Ю., Обельчак И.С. Мультисрезовая компьютерная томография в диагностике поврежденных магистральных сосудов при огнестрельной травме груди. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2019, 18(1), 31–38. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2019-18-1-31-38>
- Vasil'ev A.Yu., Obelchak I.S. Multidetector computed tomography in the diagnosis of lesions of the main vessels for gunshot injury of the chest. *Regional Blood Circulation and Microcirculation.* 2019, 18 (1), 31–38. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2019-18-1-31-38> (In Russian)
- Sherif S.A., Tok O.O., Taşköylü Ö. et al. Coronary artery aneurysms: a review of the epidemiology, pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Front. Cardiovasc. Med.* 2017, 4, 24. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2017.00024>
- Biswas S., Hristov B., Kinthala S., Abrol S. Post Traumatic Pseudoaneurysm of Left Anterior Descending Artery Presenting as Acute Coronary Syndrome. *Cardiol. Res.* 2019, 10 (2), 114–119. <https://doi.org/10.14740/cr825>
- Cheng T.O., Adkins P.C. Traumatic aneurysm of left anterior descending coronary artery with fistulous opening into left ventricle and left ventricular aneurysm after stab wound of chest. Report of case with successful surgical repair. *Am. J. Cardiol.* 1973, 31 (3), 384–390. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(73\)90273-7](https://doi.org/10.1016/0002-9149(73)90273-7)
- Tsushima Y., Naapanen A., Dean P.B. et al. Traumatic fistula between the left anterior descending coronary artery and a left ventricular pseudoaneurysm. *Cardiovasc. Interv. Radiol.* 1996, 19 (4), 272–274. <https://doi.org/10.1007/BF02577648>
- Kumar S., Sengupta S., Naqvi A. et al. Stab-Induced Coronary Pseudoaneurysm Managed With Stenting. *J. Am. Coll. Cardiol. Case Rep.* 2025, 30 (9), 103280. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2025.103280>
- Hong S.J., Lim D.S., Kim Y.H. et al. Chest stab wound-related coronary artery pseudoaneurysm sealed with a polytetrafluoroethylene-covered stent. *Heart Vessels.* 2005, 20 (5), 233–235. <https://doi.org/10.1007/s00380-004-0807-3>
- Firozi A., Shafee O., Farsavian A. et al. Traumatic pseudoaneurysm of left anterior descending artery caused by a thoracic stab wound treated with coil. *J. Cardiovasc. Dis. Diagn.* 2014, 2, 173. <https://doi.org/10.4172/2329-9517.1000173>
- Hinton J.B., Landwehr H.J., Loudon A.M., Moorman M.L. Retained bullets: to remove or not to remove? Lessons from two clinical scenarios with intracardiac bullet embolization. *J. Surg. Case Rep.* 2024, 2024 (9), rjae584. <https://doi.org/10.1093/jscr/rjae584>
- Aqel R.A., Zoghbi G.J., Iskandrian A. Spontaneous coronary artery dissection, aneurysms, and pseudoaneurysms: a review. *Echocardiography.* 2004, 21 (2), 175–182. <https://doi.org/10.1111/j.0742-2822.2004.03050.x>
- Мануковский В.А., Тулупов А.Н., Багдасарьянц В.Г. и др. Огнестрельные ранения груди, живота, таза и позвоночника: Руководство для врачей. М.: “ГЭОТАР-Медиа”, 2022. 240 с. ISBN 978-5-9704-6558-5. <https://doi.org/10.33029/9704-6558-5-CPS-2022-1-240>
- Manukovsky V.A., Tulupov A.N., Bagdasaryants V.G. et al. Gunshot wounds of the chest, abdomen, pelvis, and spine: A guide for physicians. Moscow: GEOTAR-Media, 2022. 240 p. ISBN 978-5-9704-6558-5. <https://doi.org/10.33029/9704-6558-5-CPS-2022-1-240> (In Russian)
- Tang W., Xiang K., Zhou H. et al. Case report: Surgical management of a rare right coronary artery fistula with a giant pseudoaneurysm compressing the pulmonary vein in a young patient. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023, 10, 1233873. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1233873>
- Yoshioka D., Izutani H., Ryugo M. et al. Asymptomatic giant traumatic right coronary artery pseudoaneurysm caused by sternal fracture. *Ann. Thorac. Surg.* 2011, 92 (2), e33–35. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.03.046>
- Briguori C., Nishida T., Anzuini A. et al. Emergency polytetrafluoroethylene-covered stent implantation to treat coronary ruptures. *Circulation.* 2000, 102 (25), 3028–3031. <https://doi.org/10.1161/01.cir.102.25.3028>
- Иванов А.В., Алияров Р.А., Иванов В.А., Шаббаев Р.М., Максанов С.Д., Хацаева С.Р. Эндоваскулярное лечение при ранении грудной аорты и ее ветвей. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии.* 2024, 78 (3), 48–62. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-78-48>
- Ivanov A.V., Aliyarov R.A., Ivanov V.A., et al. Endovascular treatment for injury of the thoracic aorta and its branches. *International Journal of Interventional Cardioangiology.* 2024, 78 (3), 48–62. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-78-48> (In Russian)
- Nepal S., Annamaraju P. Coronary Arteriovenous Fistula. 2022 Oct 13. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025. PMID: 32119505
- Lowe J.E., Adams D.H., Cummings R.G. et al. The natural history and recommended management of patients with traumatic coronary artery fistulas. *Ann. Thorac. Surg.* 1983, 36 (3), 295–305. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)60132-4](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)60132-4)
- Haas G.E., Parr G.V., Trout R.G., Hargrove W.C. 3rd. Traumatic coronary artery fistula. *J. Trauma.* 1986, 26 (9), 854–857. <https://doi.org/10.1097/00005373-198609000-00015>

Сведения об авторах [Authors info]

Шабаев Рафаэль Маратович – канд. мед. наук, врач отделения РХМДЛ ФГБУ “НМИЦ ВМТ – Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневого” Министерства обороны Российской Федерации, Красногорск, Московская обл.; доцент кафедры рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ФГБОУ ВО “РОСБИОТЕХ”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-9595-3028>. E-mail: rafael.shabaev@yandex.ru

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

Иванов Владимир Александрович – доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, филиал ФГБОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” Министерства обороны Российской Федерации в г. Москве, Москва. <https://orcid.org/0000000333193294>

Лищук Александр Николаевич – доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, начальник центра кардиохирургии ФГБУ “НМИЦ ВМТ – Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневого” Министерства обороны Российской Федерации, Красногорск, Московская обл. <https://orcid.org/0000-0003-0285-5486>

Ахиев Магомед Исамудинович – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ ВМТ – Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневого” Министерства обороны Российской Федерации, Красногорск, Московская обл. <https://orcid.org/0009-0005-6853-162X>

Староконь Павел Михайлович – доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, старший преподаватель филиала ФГБОУ ВО “Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова” Министерства обороны Российской Федерации в г. Москве, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6512-9361>

* **Адрес для переписки:** Шабаев Рафаэль Маратович – e-mail: rafael.shabaev@yandex.ru

Rafael M. Shabaev – Cand. of Sci. (Med.), doctor of the endovascular methods of diagnosis and treatment department, 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, Moscow region; Associate Professor of the Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, Russian Biotechnological University (BIOTECH University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-9595-3028>

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; Lecturer 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>

Vladimir A. Ivanov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Branch of the Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation in Moscow, Moscow. <https://orcid.org/0000000333193294>

Alexander N. Lishchuk – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Head of the Center for Cardiac Surgery, 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, Moscow region. <https://orcid.org/0000-0003-0285-5486>

Magomed I. Akhiev – Cand. of Sci. (Med.), Head of Radiation Diagnostics Department, 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, Moscow region. <https://orcid.org/0009-0005-6853-162X>

Pavel M. Starokon – Doct. of Sci. (Med.), Professor, 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. <https://orcid.org/0000-0002-6512-9361>

* **Address for correspondence:** Rafael M. Shabaev – e-mail: rafael.shabaev@yandex.ru

Статья получена 15 октября 2025 г.
Manuscript received on October 15, 2025.

Принята в печать 16 декабря 2025 г.
Accepted for publication on December 16, 2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-61>

Реализация репродуктивной функции после эмболизации маточных артерий по поводу интрамурально-субмукозной лейомиомы с обильными меноррагиями и с тяжелой анемией

А.А. Дубаев^{2*}, Г.Р. Аскерханов^{1, 2}, Э.Р. Аскерханова^{1, 2}, С.М. Гасангусейнова²,
Н.А. Абусуева², М.Н. Садыки², А.А. Магомедова¹

¹ ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, Россия

² ООО «Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова», Махачкала, Россия

Миома матки – распространенная доброкачественная опухоль, нередко сопровождающаяся аномальными маточными кровотечениями и снижением репродуктивного потенциала. Эмболизация маточных артерий (ЭМА) рассматривается как органосохраняющая, малоинвазивная альтернатива хирургическому лечению. Представлено клиническое наблюдение успешного восстановления фертильности после ЭМА: через 3 года после вмешательства у пациентки наступила самопроизвольная беременность и произошли роды здорового ребенка.

Ключевые слова: миома матки; эмболизация маточных артерий; фертильность; репродуктивная функция; интервенционная радиология

Для цитирования: А.А. Дубаев, Г.Р. Аскерханов, Э.Р. Аскерханова, С.М. Гасангусейнова, Н.А. Абусуева, М.Н. Садыки, А.А. Магомедова. Реализация репродуктивной функции после эмболизации маточных артерий по поводу интрамурально-субмукозной лейомиомы с обильными меноррагиями и с тяжелой анемией. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2025; 83 (4): 61–66. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-61>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

Realization of reproductive function after uterine artery embolization for intramural-submucosal leiomyoma associated with heavy menorrhagia and severe anemia

А.А. Dubaev^{2*}, G.R. Askerkhanov^{1, 2}, E.R. Askerkhanova^{1, 2}, S.M. Gasanguseynova²,
N.A. Abusueva², M.N. Sadyki², A.A. Magomedova¹

¹ Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia

² LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala, Russia

Uterine myoma is a common benign tumor frequently associated with abnormal uterine bleeding and reduced reproductive potential. Uterine artery embolization (UAE) is considered as an organ-preserving, minimally invasive alternative to surgical treatment. A clinical case of successful restoration of fertility after UAE is presented: in three years after the procedure the patient had a spontaneous pregnancy and delivered a healthy child.

Keywords: uterine myoma; uterine artery embolization; fertility; reproductive function; interventional radiology

For citation: A.A. Dubaev, G.R. Askerkhanov, E.R. Askerkhanova, S.M. Gasanguseynova, N.A. Abusueva, M.N. Sadyki, A.A. Magomedova. Realization of reproductive function after uterine artery embolization for intramural-submucosal leiomyoma associated with heavy menorrhagia and severe anemia. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2025; 83 (4): 61–66. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-61>

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

Введение

Миома матки диагностируется у 25–40% женщин репродуктивного возраста и до 70% в перименопаузе (1). Основными показаниями к лечению являются меноррагии, болевой синдром, анемия и репродуктивные планы (2). Эмболизация маточных артерий (ЭМА) за последние годы получила обновленную доказательную базу (рекомендации CIRSE 2024, SOGC 2025) (3, 4), что позволяет рассматривать ее как метод первой линии у тщательно отобранных пациенток. Особый интерес представляют данные о беременности после ЭМА – тема, которая до 2020-х считалась спорной (5).

Клиническое наблюдение

Пациентка 33 лет была госпитализирована в стационар с жалобами на обильные менструации по типу меноррагии и тянущие боли внизу живота. По данным УЗИ органов малого таза выявлен интрамурально-субмукозный миоматозный узел по задней стенке матки размерами 74 × 69 × 78 мм с выраженной васкуляризацией. Матка увеличена до размеров, соответствующих 11–12 нед беременности. RBC 1,98 (3,8–5,5 · 10¹²/л), Hb 69 (130–155 г/л), MCV 83,0 (80–95 фл), MCH 28,4 (27–31 пг), MCHC 34,2 (30,0–38,0 г/л), RDW 14,0 (11,5–14,5).

Другие общеклинические и биохимические показатели без отклонений, серологические тесты на ВИЧ, HBsAg, HCV – отрицательные.

Операция

В качестве предоперационной подготовки с целью купирования постэмболизационного болевого синдрома за 1,5–2 ч до процедуры введено: в одном флаконе: глюкоза 5% 200 мл + анальгин 2,0, кеторол 1,0, баралгин 5,0, новокаин 20 мл, актропид 3 Ед. В марте 2018 г. выполнена селективная эмболизация обеих маточных артерий под местной анестезией. Доступ – через правую общую бедренную артерию, установлен интродьюсер 5 F. Проведена катетеризация маточных артерий (рис. 1, 2) с последующим введением эмболизирующего материала (Contour™ размером 355–500 и 500–710 мкм) под рентгеноскопическим контролем до эффекта “стоп-контраст” (рис. 3, 4).

Интра- и послеоперационных осложнений не зарегистрировано. Пациентке были рекомендованы постельный режим 12 ч, анальгетическая и антибактериальная терапия, обильный питьевой режим. На 5-е сутки пациентка выписана в удовлетворительном состоянии с рекомендациями по ограничению физической и половой активности на 1 мес и контролю по месту жительства (УЗИ через 3, 6 и 12 мес).

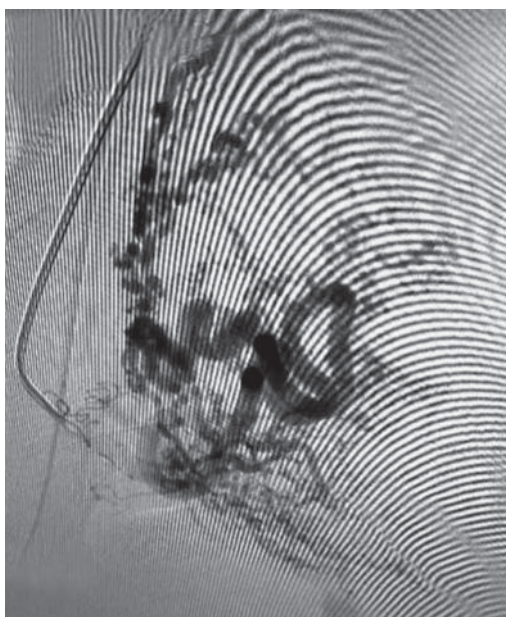


Рис. 1. Селективная ангиограмма правой маточной артерии.

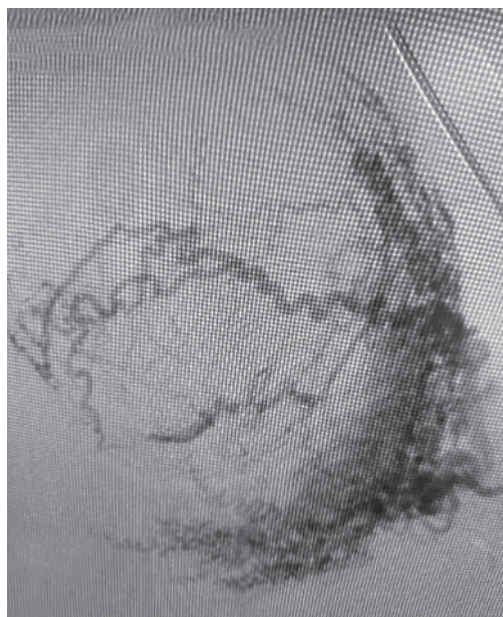


Рис. 2. Селективная ангиограмма левой маточной артерии.

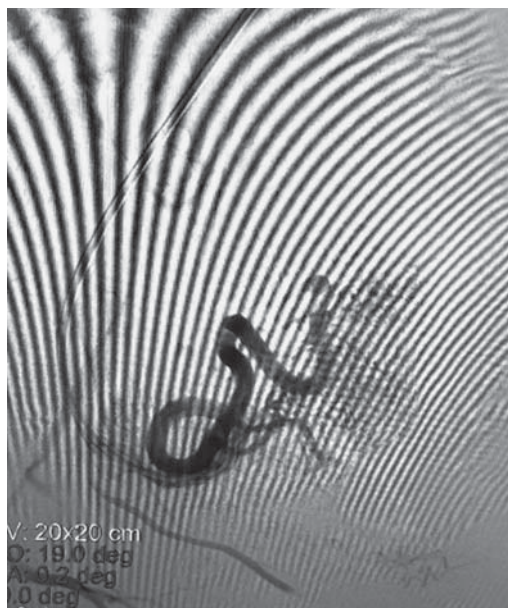


Рис. 3. Эмболизация правой маточной артерии до эффекта “стоп-контраст”.

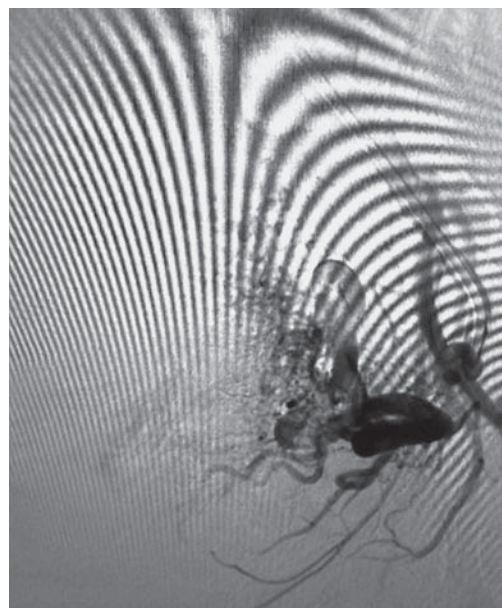


Рис. 4. Эмболизация левой маточной артерии до эффекта “стоп-контраст”.

Результаты и отдаленное наблюдение

В динамике отмечено уменьшение размеров матки и исчезновение симптомов гиперменореи. Через 3 года после ЭМА у пациентки наступила самопроизвольная беременность, завершившаяся родами здорового мальчика в срок. Беременность и роды протекали без акушерских осложнений. Это подтверждает сохранность и реализацию репродуктивной функции после ЭМА даже при исходно крупном интерстициально-субмукозном узле.

Обсуждение

Данные о фертильности после ЭМА в последние годы существенно обновились. Если ранние обзоры сообщали о более низкой частоте наступления беременности по сравнению с миомэктомией (6), то современные данные, включающие молодых пациенток и выполненные по стандартизированным протоколам эмболизации, демонстрируют сопоставимые показатели (7–9). Так, систематический обзор X. Yan и соавт. (2023) (10) ($n \approx 1200$) показал, что беременность после ЭМА наступила у 35–45% женщин, планировавших зачатие, при этом отмечено небольшое повышение риска послеродового кровотечения. Более поздний метаанализ С.Е. Visicini и соавт. (2025) (11), включивший 20 лет наблюдений и более молодой контингент, продемонстрировал уже среднюю частоту наступления беременности 52,1% (95% ДИ 46,8–57,4) и медианный срок до зачатия около 15 мес. Таким образом, при применении современных эмболизирующих частиц и двусторон-

ней селективной техники ЭМА может рассматриваться как репродуктивно щадящий метод. Важно подчеркнуть, что в представленном нами наблюдении беременность наступила не в первые 6–12 мес, а спустя 3 года после вмешательства. Это соответствует данным С. Fabre и соавт. (2024) (12), указывающим, что часть беременностей после ЭМА реализуется в отдаленные сроки (через 24–36 мес), особенно у женщин старше 30 лет и при сочетании миомы с предшествующими меноррагиями. Следовательно, отсутствие беременности в первый год после ЭМА не должно расцениваться как неэффективность метода в отношении фертильности. С клинической точки зрения данное наблюдение важно для региональных и междисциплинарных центров, поскольку показывает: 1) ЭМА может выполняться в условиях обычного хирургического стационара при наличии ангиографической стойки; 2) метод действительно органосохраняющий; 3) репродуктивный исход (роды здорового ребенка) возможен даже при исходно крупном субмукозном компоненте миомы.

Заключение

Эмболизация маточных артерий должна рассматриваться как эффективный и безопасный метод лечения симптомных миом у женщин репродуктивного возраста. Представленное клиническое наблюдение иллюстрирует не только купирование симптомов, но и восстановление репродуктивной функции.

Introduction

Uterine myoma is diagnosed in 25-40% of women of reproductive age and in up to 70% during the perimenopause (1). The main indications for treatment are menorrhagia, pain syndrome, anemia, and reproductive intentions (2). In recent years, uterine artery embolization (UAE) has gained updated evidence base (CIRSE 2024 and SOGC 2025 guidelines) (3, 4), which allows it to be considered as a first-line treatment option in carefully selected patients. Of particular interest are data on pregnancies after UAE, a topic that remained controversial until the 2020s (5).

Clinical case description

A 33-year-old patient was admitted to the hospital with complaints of heavy menstrual bleeding consistent with menorrhagia and pulling pain the lower abdomen. Pelvic ultrasound revealed an intramural-submucosal myomatous nodule located in the posterior uterine wall measuring 74 × 69 × 78 mm with marked vascularization. The uterus was enlarged to a size corresponding to 11-12 weeks of gestation. RBC 1.98 ($3.8-5.5 \cdot 10^{12}/L$), Hb 69 (130-155 g/L), MCV 83.0 (80-95 fl), MCH 28.4 (27-31 pg), MCHC 34.2 (30.0-38.0 g/L), RDW 14.0 (11.5-14.5).

Other clinical hematology and chemistry parameters were normal; serological tests for HIV, HBsAg, and HCV were negative.

Surgery

As preoperative preparation in order to prevent the post-embolization pain syndrome, the following medications were administered 1.5-2 hs prior to the procedure in a single vial: 5% glucose 200 mL + analgin 2.0, ketorol 1.0, baralgin 5.0, novocaine 20 mL, and Actrapid 3 IU. In March 2018, selective embolization of both uterine arteries was performed under local anesthesia. The access was obtained via the right common femoral artery, and a 5F introducer was placed. Selective catheterization of the uterine arteries (Fig. 1, 2) with subsequent administration of embolic material (Contour™, 355-500 μm and 500-710 μm in size) under X ray guidance was performed until the "stop-contrast" (contrast stasis endpoint) effect was reached (Fig. 3, 4).

No intra- or postoperative complications were recorded. The patient was advised bed rest for 12 hours, analgesic and antibacterial therapy, and increased fluid intake. On the 5th day, the patient was discharged in fair condition with recommendations to restrict physical and sexual activity for 1 month and to undergo follow-up at the place of residence (ultrasound at 3, 6, and 12 months).

Outcomes and long-term observation

Over time, a decrease in uterine size and the disappearance of hypermenorrhagia symptoms were noted. Three years after the UAE, the patient had a spontaneous pregnancy and delivered a healthy boy at full term. There were no obstetric complications during the pregnancy and delivery. This confirms the preservation and realization of reproductive function after UAE, even in case of an initially large intramural-submucous nodule.

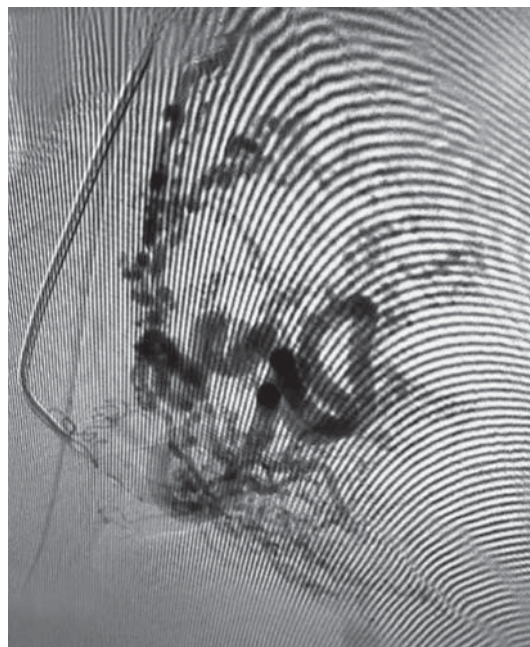


Fig. 1. Selective angiography of the right uterine artery.

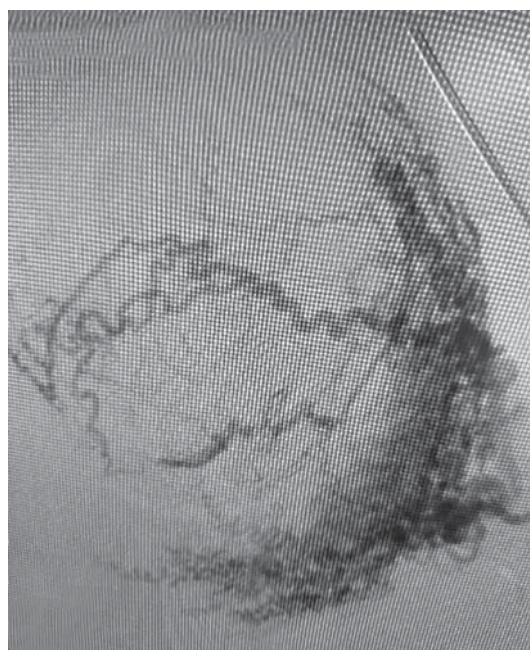


Fig. 2. Selective angiography of the left uterine artery.



Fig. 3. Embolization of the right uterine artery until the “stop-contrast” effect.

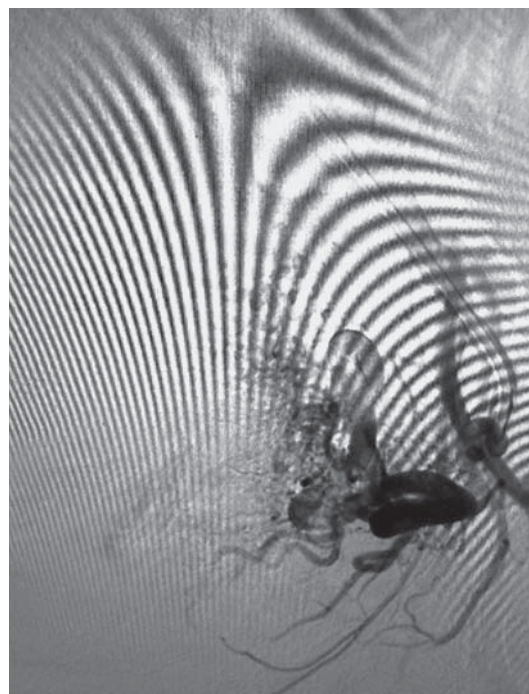


Fig. 4. Embolization of the left uterine artery until the “stop-contrast” effect.

Discussion

In recent years, data on fertility after UAE have been substantially updated. While early reviews reported lower pregnancy rates compared to myomectomy (6), current data, including young patients and embolizations performed according to standardized protocols, demonstrate comparable outcomes (7, 8, 9). Indicatively, a systematic review by X. Yan et al. 2023 (10) ($n \approx 1200$) showed that pregnancy after UAE occurred in 35–45% of women planning conception, although a slightly increased risk of postpartum hemorrhage was noted. A more recent meta-analysis by C.E. Bucuri et al. 2025 (11), reviewing 20 years of observations and a younger patients, demonstrated an average pregnancy rate of 52.1% (95% CI 46.8–57.4) and a median time to conception of about 15 months. Therefore, with the use of modern embolic particles and bilateral selective technique, UAE can be considered as a reproductively safe method. It is important to emphasize that in the case we present, pregnancy occurred not in the first 6–12 months, but three years after the intervention. This

is consistent with data of C. Fabre et al. 2024 (12), indicating that some pregnancies after UAE occur in the long term (after 24–36 months), especially in women over 30 and when myoma is combined with prior menorrhagia. Consequently, the absence of pregnancy in the first year after UAE should not be regarded as a failure of the method in terms of fertility. From a clinical point of view, this case is important for regional and interdisciplinary centers, as it demonstrates: 1) UAE can be performed in ordinary surgical hospital if angiographic equipment is available; 2) the method is truly organ-preserving; 3) a reproductive outcome (delivery of a healthy child) is possible even with an initially large submucous myoma component.

Conclusion

Uterine artery embolization should be considered an effective and safe treatment method for symptomatic myomas in women of reproductive age. The presented clinical case illustrates not only the resolution of symptoms but also the restoration of reproductive function.

Список литературы [References]

- Rippel K., Hoffmann A., Müller J. et al. Nationwide analysis of surgical and interventional uterine fibroid treatment in reproductive-age women: trends after 25 years of UAE. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2025, 301, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2025.01.012>
- Young M., Raghavan N. Uterine fibroid embolization. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519033>
- CIRSE Standards of Practice Committee. Uterine fibroid embolisation: update 2023–2024. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2024, 47 (Suppl 1), S1–S25. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00270-024-03890-w>
- Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada (SOGC). Management of uterine fibroids – Guideline update 2025. <https://www.sogc.org>
- Clements W., Goh G.S., Lukies M.W. Pregnancy and Uterine Artery Embolisation: Myth Busted. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2025, 48, 583–584. <https://doi.org/10.1007/s00270-024-03949-w>
- Stewart E.A. Uterine fibroids. *Lancet.* 2017, 389 (10067), 300–312. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28110761>
- Peng J., Wang Y., Zhou L. et al. Uterine artery embolization vs myomectomy for symptomatic fibroids: systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 2024, 14, 69754. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-69754-5>
- Hehenkamp W.J.K. et al. EMMY Trial 10-year results. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2016, 215 (6), 745.e1–745.e12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27565305>
- Moss J.G. et al. REST Trial: UAE vs surgery. *N. Engl. J. Med.* 2007, 356 (4), 360–370. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa062003>
- Yan X., Li Y., Zhang Y. et al. Pregnancy rate and outcomes after uterine artery embolization for fibroids: systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2023, 294, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1283279>
- Bucuri C.E., Marin A., Vasile M. et al. Fertility and pregnancy after uterine artery embolization: a meta-analysis of 20 years of clinical evidence. *J. Clin. Med.* 2025, 14 (20), 7205. <https://www.mdpi.com/2077-0383/14/20/7205>
- Fabre C., El Sayed R., Tzanis D. et al. Fertility after uterine artery embolization: a narrative review of two decades of evidence. *Hum. Reprod. Update.* 2024, 30 (2), 210–225. <https://academic.oup.com/humupd/article/30/2/210/7550502>

Сведения об авторах [Authors info]

Дубаев Асланбек Аслудинович – заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ООО “Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова”, Махачкала. E-mail: aslanbekd@yandex.ru

Аскерханов Гамид Рашидович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии №2 ФБГОУ ВО “Дагестанский государственный медицинский университет” Минздрава России; генеральный директор ООО “Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова”, Махачкала. <https://orcid.org/0000-0002-3013-6625>. E-mail: gaskerkhanov@gmail.com

Аскерханова Эмина Рашидовна – канд. мед. наук, доцент кафедры акушерства и гинекологии ФБГОУ ВО “Дагестанский государственный медицинский университет” Минздрава России; врач акушер-гинеколог ООО “Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова”, Махачкала.

Гасангусейнова Саманият Муммуевна – врач акушер-гинеколог ООО “Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова”, Махачкала.

Абусуева Наида Арсеновна – врач ультразвуковой диагностики ООО “Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова”, Махачкала.

Садыки Магомедшафи Нариманович – канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения ООО “Медицинский центр им. Р.П. Аскерханова”, Махачкала. <https://orcid.org/0000-0003-2183-9799>

Магомедова Айна Абусалимовна – студентка 5-го курса педиатрического факультета ФБГОУ ВО “Дагестанский государственный медицинский университет” Минздрава России, Махачкала.

* **Адрес для переписки:** Дубаев Асланбек Аслудинович – e-mail: aslanbekd@yandex.ru

Aslanbek A. Dubaev – Head of the Department of Radiosurgical Methods of Diagnostics and Treatment, LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala. E-mail: aslanbekd@yandex.ru

Gamid R. Askerkhanov – Doct. Sci. (Med.), Professor, Head of the Chair of departmental surgery N2, Dagestan State Medical University; General Director of the LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala. <https://orcid.org/0000-0002-3013-6625>. E-mail: gaskerkhanov@gmail.com

Emina R. Askerkhanova – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology, Dagestan State Medical University; obstetrician-gynecologist, LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala.

Samaniat M. Gasanguseynova – obstetrician-gynecologist, LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala.

Naida A. Abusueva – ultrasound diagnostic doctor, LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala.

Magomedshafi N. Sadyki – Cand. of Sci. (Med.), Resident Physician at the Department of Radiosurgical Methods of Diagnostics and Treatment, LLC “R.P. Askerkhanov Medical Center”, Makhachkala. <https://orcid.org/0000-0003-2183-9799>

Aina A. Magomedova – 5th-year student of the pediatric faculty, Dagestan State Medical University, Makhachkala.

* **Address for correspondence:** Aslanbek A. Dubaev – e-mail: aslanbekd@yandex.ru

Статья получена 14 ноября 2025 г.
Manuscript received on November 14, 2025.

Принята в печать 16 января 2026 г.
Accepted for publication on January 16, 2026.

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

<https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-67>

Успешная эндоваскулярная эмболизация посттравматической артериокавернозной мальформации (клиническое наблюдение)

Д.А. Асадов*, С.П. Семитко, Л.М. Рапопорт, К.В. Гюльмисарян,
В.В. Фоменко, Д.Г. Иоселиани

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет),
Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии Клинического центра,
Москва, Россия

Пенильная травма (травма полового члена) это редко встречающаяся патология с частотой 1 на 175 000 случаев в отделениях неотложной помощи по всему миру. Еще реже встречаются переломы полового члена при его расслабленном состоянии, а также сосудистые поражения, такие как разрыв кавернозной артерии, псевдоаневризмы и артериокавернозные свищи. Каждый подобный случай требует тщательного подхода, наблюдения и описания, поскольку накопленный опыт является чрезвычайно полезным в этой группе пациентов. Представляем наблюдение 40-летнего мужчины с тупой травмой промежности и таза после падения в люк в метро, с вторичным левосторонним артериокавернозным свищом, который лечили ретроградной эмболизацией через ветвь внутренней половой артерии.

Ключевые слова: приапизм; артериокавернозная мальформация; эндоваскулярная эмболизация

Для цитирования: Д.А. Асадов, С.П. Семитко, Л.М. Рапопорт, К.В. Гюльмисарян, В.В. Фоменко, Д.Г. Иоселиани. Успешная эндоваскулярная эмболизация посттравматической артериокавернозной мальформации (клиническое наблюдение). *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2025; 83 (4): 67–80. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-67>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: работа выполнена без спонсорской поддержки.

Successful endovascular embolization of the posttraumatic arteriocavernosal malformation (Clinical case)

D.A. Asadov*, S.P. Semitko, L.M. Rapoport, K.V. Gyl'misaruyan,
V.V. Fomenko, D.G. Iosseliani

Sechenov First Moscow State Medical University, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Clinical Center, Moscow, Russia

Penile trauma (penis injury) is a rare condition, with an incidence of 1 per 175,000 cases in emergency departments worldwide. Even more uncommon are penile fractures occurring in the flaccid state, as well as vascular lesions such as rupture of the cavernosal artery, pseudoaneurysms, and arteriocavernosal fistulas. Each such case requires a thorough approach, observation, and description, as accumulated experience is extremely valuable in this group of patients. We present the case of a 40-year-old man with blunt perineal and pelvic trauma after falling into a subway manhole, with a secondary left-sided arteriocavernosal fistula, which was treated by retrograde embolization via a branch of the internal pudendal artery.

Keywords: priapism; arteriocavernosal malformation; endovascular embolization

For citation: D.A. Asadov, S.P. Semitko, L.M. Rapoport, K.V. Gyul'misaruyan, V.V. Fomenko, D.G. Iosseliani. Successful endovascular embolization of the posttraumatic arteriocavernosal malformation (Clinical case). *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2025; 83 (4): 67–80. <https://doi.org/10.24835/1727-818X-83-67>

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

Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) – это неспособность достижения и/или поддержания эрекции полового члена, достаточной для проведения полового акта, продолжающаяся более 3 мес (1). Высокая распространенность данного патологического состояния в популяции определяет актуальность его профилактики, диагностики и лечения. Под нарушением ЭД принято считать невозможность достижения эрекции, однако стойкую болезненную эрекцию, известную как приапизм, следует рассматривать как одну из форм ЭД.

Приапизм представляет собой патологическую, зачастую мучительно болезненную эрекцию, которая сохраняется при отсутствии сексуального возбуждения, не проходит после эякуляции и может продолжаться свыше 4 ч до момента получения медицинской помощи. У отдельных пациентов такие эпизоды могут повторяться, однако подобное хроническое течение встречается сравнительно редко (2). Название “приапизм” восходит к имени древнегреческого божества плодородия Приапа, считавшегося покровителем садов, виноградников и домашнего скота. В мифологических источниках Приап описывается как сын богини любви (Афродиты или ее римского аналога), отличающийся постоянной гипертрофированной эрекцией, что и послужило основанием для переноса его имени на данное патологическое состояние. Несмотря на относительную редкость, это состояние относится к урологическим неотложным ситуациям, поскольку длительная ишемия кавернозной ткани приводит к кавернозному фиброзу, укорочению полового члена и стойкой ЭД. Ключевую роль в развитии приапизма играет пенильная и перипенальная травма, которая может приводить как к ишемической форме, так и к посттравматическому высокопоточному приапизму за счет повреждения кавернозных артерий и формирования артериокавернозных свищей или псевдоаневризм. Высокопоточный посттравматический приапизм традиционно считается более благоприятным по исходам, однако при длительном течении и задержке диагностики также описаны случаи утраты спонтанной эрекции и хронического болевого синдрома (3).

В отделении неотложной помощи травмы полового члена встречаются редко, один случай на 175 000 обращений (4), поэтому необходима быстрая диагностика. Повреждения полового члена могут быть результатом проникающих и непроникающих ранений. Непроникающие ранения могут привести к образованию кавернозных гематом или переломов; при отсутствии своевременного лечения эти повреждения могут привести к фиброзу или ЭД.

По гемодинамическим характеристикам выделяют ишемический (low-flow), неишемический (high-flow) и рецидивирующий приапизм, причем ишемический вариант является наиболее частым и расценивается как урологическая экстренная ситуация, требующая немедленной декомпрессии кавернозных тел (5).

Неишемический приапизм, как правило, связан с тупой перинеальной или пенильной травмой с формированием артериокавернозной фистулы или посттравматических артериокавернозных мальформаций, приводящих к неконтролируемому притоку артериальной крови в кавернозные тела при сохраненном венозном оттоке. В отличие от ишемического варианта, high-flow-приапизм чаще протекает без выраженного болевого синдрома, что способствует позднему обращению и недооценке серьезности состояния как пациентами, так и врачами общей практики. При этом длительно существующий неишемический приапизм после травмы может приводить к ремоделированию кавернозной ткани и нарушению эректильной функции, особенно при отсутствии своевременной эндоваскулярной коррекции (6).

Современные рекомендации международных урологических сообществ подчеркивают необходимость дифференцированной тактики ведения пациентов с приапизмом в зависимости от гемодинамического типа, длительности симптомов и этиологического фактора, включая травматические повреждения полового члена и промежности. Для травматического high-flow-приапизма ключевую роль играют неинвазивная визуализация (цветовое доплеровское сканирование, КТ/МР-ангиография). Консервативное лечение рассматривается как первый шаг в лечении этих случаев под наблюдением в течение 24–48 ч, в течение которых

выполняются компрессия промежности и прикладывание льда с целью вызвать кавернозный вазоспазм для облегчения образования сгустка и облитерации свища (7). Однако, если состояние не улучшается, следует рассмотреть ангиографию в сочетании с селективной артериальной эмболизацией, позволяющих подтвердить наличие артериокавернозной фистулы и выполнить органосохраняющее эндоваскулярное вмешательство.

Однако в литературе по-прежнему ограничено число наблюдений и систематических обзоров, посвященных high-flow посттравматическому приапизму, что определяет актуальность анализа клинико-диагностических особенностей и результатов различных вариантов интервенционного и хирургического лечения в этой группе пациентов.

Приводим наблюдение 40-летнего пациента, обратившегося в ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) с жалобами на длительную безболезненную эрекцию полового члена, продолжавшуюся около 10 дней после тупой травмы промежности.

Клиническое наблюдение

Пациент 40 лет получил тупую травму промежности после падения в люк на станции метро. В результате падения перенес ушиб мягких тканей промежности и мошонки. Через 10–12 дней после травмы отметил стойкую ригидность у основания полового члена без выраженной болезненности. Самостоятельно обратился к урологу по месту жительства, где после физикального осмотра выполнили ультразвуковое исследование (УЗИ) половых органов. По данным УЗИ: правое кавернозное тело полового члена обычной эхоструктуры, однородно, с единичными мелкими гиперэхогенными включениями; в левом кавернозном теле на уровне промежности визуализируется анэхогенная внутренняя зона разрыва, не выходящая за контур кавернозного тела, с фестончатым контуром, размером до 10 мм. В режиме цветового дуплексного картирования в зоне разрыва визуализировано артериовенозное (кавернозное) соустье с постоянным артериовенозным сбросом. Поскольку пациент жаловался на отсутствие детумесценции в течение почти 2 нед, ему была рекомендована госпитализация в стационар урологического профиля.

Пациент обратился в Клинику урологии им. Р.Ф. Фронштейна Сеченовского Университета. При клиническом осмотре жизненно важные функции были в норме, половой член находился в полуэрегированном состоянии у основания, безболезненный,

капилляры наполнялись в достаточной степени. Кроме того, дуплексное сканирование полового члена показало усиление кровотока в левой кавернозной артерии. Все перечисленные данные указывают на посттравматический высокопоточный приапизм. Пациенту было предложено фаллопротезирование как альтернатива восстановления эректильной функции, от которой он воздержался.

Пациент был направлен в НПЦ интервенционной кардиоангиологии Сеченовского Университета для проведения мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с целью оценки наличия артериокавернозного свища или псевдоаневризмы.

По данным МСКТ с внутривенным контрастированием: брюшная аорта хорошо контрастирована на всем протяжении, не расширена. Артерии подвздошно-общеподвздошного сегмента хорошо контрастированы, в правой ОПА определена смешанная бляшка со стенозом 10%. От заднего ствола левой внутренней подвздошной артерии отходит внутренняя половая артерия диаметром 3,3 мм. Левая внутренняя половая артерия формирует глубокую артерию полового члена, на уровне средней трети кавернозных тел определяется артериовенозная фистула между глубокой артерией полового члена и левым кавернозным телом размерами 8,6 × 6,6 мм. В артериальную фазу определяется заполнение левого кавернозного тела контрастированной (артериальной) кровью, в венозную и отсроченную фазы наблюдается также заполнение контрастированной кровью правого кавернозного тела (рис. 1).

Пациент обычного телосложения, без лишней массы тела (рост 175 см, масса тела 74 кг, ИМТ 24). Пациенту проведен ряд лабораторных исследований, необходимых для оценки общего состояния и возможности проведения оперативного вмешательства. Из отклонений от нормы обращает на себя внимание незначительное повышение липопротеинов высокой плотности, остальные показатели в норме и соответствуют взрослому мужчине. Сводные лабораторные данные представлены в таблице.

Учитывая жалобы пациента, клиническую картину и данные инструментальных методов диагностики и лечения, пациенту предложена инвазивная селективная ангиография внутренней подвздошной артерии с эндоваскулярной эмболизацией патологического артериокавернозного соустья в качестве малоинвазивной органосохраняющей альтернативы.

Методика селективной эмболизации

Под местной анестезией (раствор лидокаина 2%) по методике Сельдингера в правую лучевую артерию был установлен интродьюсер 5 Fr (RadioFocus,



Рис. 1. МСКТ с внутривенным контрастированием тазовой области. Определяется патологическое контрастирование из левой внутренней половой артерии в левое кавернозное тело с депонированием контрастного вещества у основания левого кавернозного тела.

Таблица. Перечень показателей анализа крови пациента с абсолютными значениями результатов

Общий анализ крови	
Гематокрит	42,1%
Гемоглобин	145 г/л
Лейкоциты	$6 \cdot 10^9/\text{л}$
Лимфоциты	28,2%
Лимфоциты	29%
Лимфоциты, абс.	$1,6 \cdot 10^9/\text{л}$
Моноциты	4,1%
Моноциты	5%
Моноциты, абс.	$0,2 \cdot 10^9/\text{л}$
Нейтрофилы палочкоядерные	1%
СОЭ по Панченкову	6 мм/ч
Тромбоциты	$235 \cdot 10^9/\text{л}$
Коагулограмма	
АЧТВ	27,5 с
МНО	0,88
Фибриноген	2 г/л
Биохимический анализ крови	
АлАТ	17,7 ед/л
Альбумин	47,7 г/л
АсАТ	17,6 ед/л
Билирубин общий	7 мкмоль/л
Глюкоза	4,9 ммоль/л
Железо	17,4 мкмоль/л
Калий	4,36 ммоль/л
Креатинин	98 мкмоль/л
Креатинкиназа	104 ед/л
Лактатдегидрогеназа	236 ед/л
Мочевая кислота	298,9 мкмоль/л
Мочевина	7,7 ммоль/л
Натрий	141,8 ммоль/л
Общий белок	69 г/л
С-реактивный белок	11,2 мг/л
Липидный профиль	
Триглицериды	2,44 ммоль/л
Холестерин	4,7 ммоль/л
Холестерин ЛПВП	1,12 ммоль/л
Холестерин ЛПНП	2,5 ммоль/л

Terumo, Япония). Диагностический супергидрофильный катетер Merit Impress Legato 5 Fr 125 см проведен и позиционирован в переднем стволе левой внутренней подвздошной артерии, выполнена селективная ангиография, которая выявила свищевое сообщение между ветвью левой внутренней половой артерии и основанием левого кавернозного тела с интенсивным контрастированием (режим цифровой субтракционной ангиографии и обработка последовательным наложением всех кадров) (рис. 2).

Питающая артерия на микропроводнике (Fielder FC 300 см) была суперселективно катетеризирована микрокатетером 2,4 Fr 150 см с торцевым отверстием 0,018" (Progreat Terumo, Токио), который был позиционирован в области, близкой к соустью. Суперселективная ангиография дополнительно подтвердила природу свища (рис. 3).

В область патологического соустья установлены две эмболизирующие мягкие нитиноловые спирали с синтетическими волокнами сечением 0,018", диаметром 4 мм и длиной 2 мм (Nester 18-4/2, COOK, США) (рис. 4).

Контрольная ангиограмма через микрокатетер подтвердила полное закрытие свища (рис. 5).

Инструментарий извлечен, наложена асептическая давящая повязка на 4 ч. Пациент отметил полную детумесценцию наутро, жалоб не предъявлял. Затем пациент был выписан через 24 ч после селективной эмболизации для последующего наблюдения, ему были назначены профилактические лекарственные средства (пентоксифиллин 400 мг в таблетках два раза в день, витамин Е 1000 мг в капсулах один раз в день и силденафил 50 мг в таблетках один раз в день), даны рекомендации по питанию и модификации образа жизни.

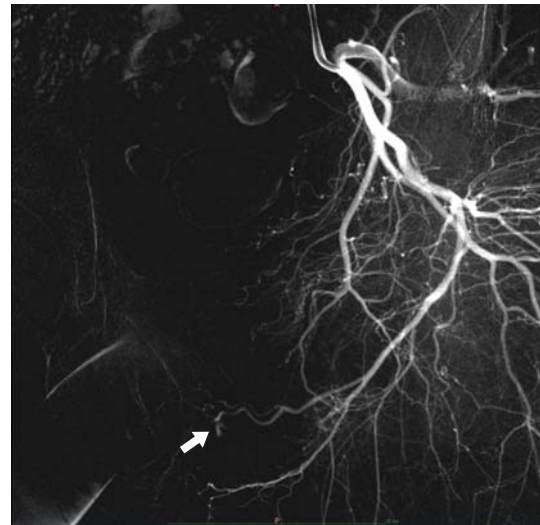
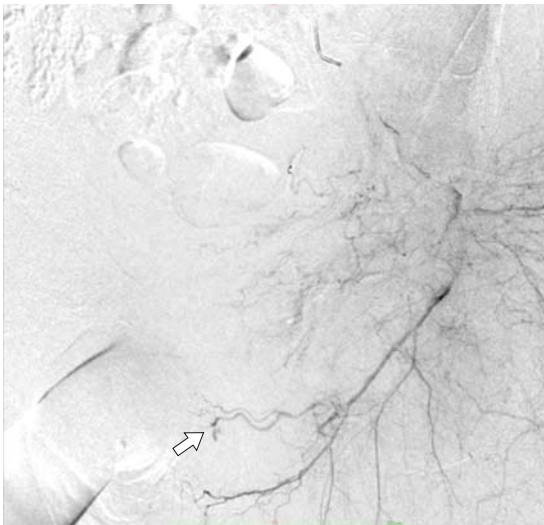


Рис. 2. Селективная DSA-ангиография переднего ствола левой внутренней подвздошной артерии с наложением всех кадров: отмечается остаточный патологический сброс контрастированной крови из ветви левой внутренней половой артерии в левое кавернозное тело (стрелка).

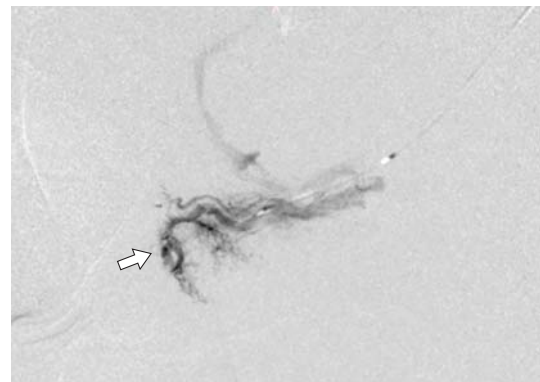
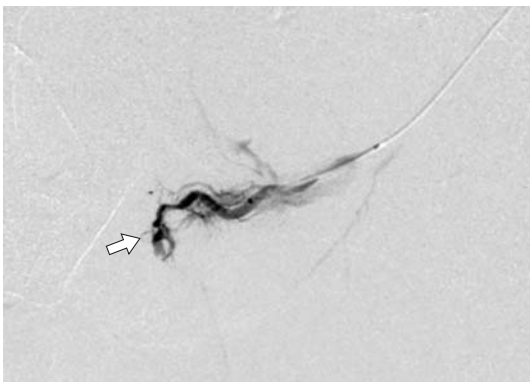


Рис. 3. Суперселективная ангиография ветви внутренней половой артерии (начальная и конечная фазы). Наблюдается сброс контрастированной крови в основание левого кавернозного тела (стрелка).

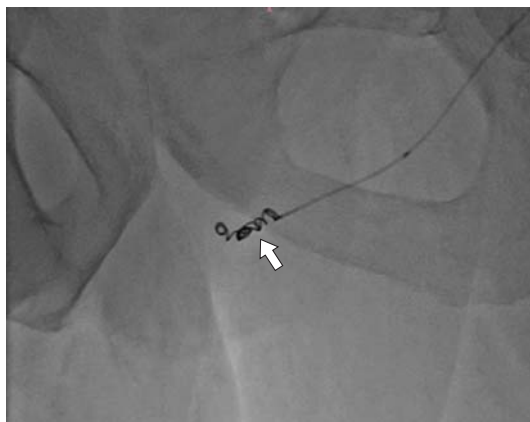


Рис. 4. Спирали в области целевой артерии, доставленные по микрокатетеру (стрелка).

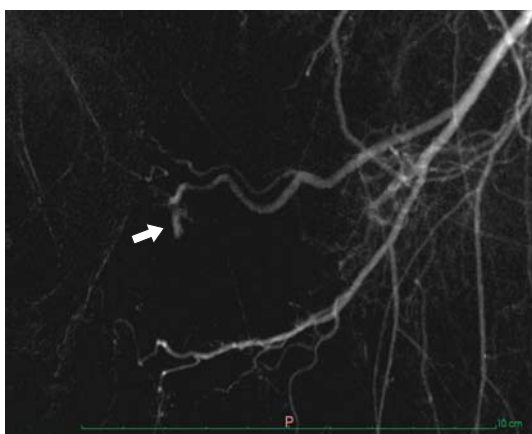


Рис. 5. Селективная ангиограмма ветви левой внутренней половой артерии до (слева) и непосредственно после (справа) эмболизации. Стрелками указано патологическое артериокавернозное соустье (слева) и полный стаз крови после эмболизации (справа).

Обсуждение

Высокопоточный приапизм – менее распространенный тип приапизма, вызванный генитоперинеальной травмой с разрывом пещеристой артерии, приводящей к образованию артериокавернозного свища с частым неконтролируемым артериальным притоком в лакунарные пространства пещеристых тел (8). Клиническая оценка, дуплексное сканирование полового члена, оценка гемодинамики полового члена необходимы для подтверждения диагноза и дифференциации высокопоточного приапизма от низкопоточного и прерывистого приапизма (9). Диагностика артериокавернозного свища может быть выполнена различными методами, при этом УЗИ является предпочтительным методом благодаря своей чувствительности, легкости доступа, низкой стоимости и неинвазивности. У пациентов с недавней травмой при УЗИ выявляется гипоэхогенная область с четкими границами в кавернозном теле, с признаками цветového доплеровского кровотока из по-

врежденной кавернозной артерии, турбулентного и высокоскоростного в месте свища (9).

Лечение высокопоточного приапизма представляет собой ступенчатый подход, тогда как консервативное лечение является первым этапом лечения, включая компрессию промежности и ледяные компрессы, с общим спонтанным достижением детумесценции примерно в 60% случаев (7, 10). Если улучшения нет, то ангиография является второй линией лечения для подтверждения диагноза, локализации фистулы или псевдоаневризмы, а также для ее облитерации с использованием различных материалов (11). При селективной ангиографии можно наблюдать быстрое заполнение кавернозных тел в ранние артериальные фазы за счет увеличения скорости кровотока, создаваемого фистулой, в то же время можно наблюдать дефекты наполнения в кавернозных артериях из-за наличия гематом или повреждений этих сосудистых структур. При цифровой субтракционной ангиографии мы непосредственно наблюда-

дали артериокавернозный свищ, представленный в виде сосудистого “румянца” древовидной формы, показывающего распределение поражения в режиме реального времени и характеристики наполнения при введении контрастного вещества.

На сегодняшний день было много споров о наилучшем материале, используемом для эмболизации, однако существует общее мнение о превосходстве временных материалов (12), таких как аутологичные кровяные сгустки, гелевая пена или губка, с минимальным риском осложнений, но, к сожалению, риск рецидива патологического сброса сохраняется. С другой стороны, постоянные не резорбируемые материалы (микроспирали, поливиниловые частицы PVA, гистоакриловый клей) могут быть использованы для предотвращения рецидива, однако они могут нести более высокий риск осложнений, особенно при двусторонней эмболизации (12, 13). Наконец, хирургическую перевязку свищевого сообщения следует также рассматривать, но только в случае неэффективности эмболизации из-за ее неблагоприятных результатов (10).

В нескольких нерандомизированных исследованиях сообщалось о частоте успешных случаев селективной эмболизации до 89%, но, к сожалению, нет надежных данных, демонстрирующих относительные преимущества различных материалов. В нескольких публикациях упоминались потенциальные осложнения, вызванные селективной эмболизацией, которые относительно высоки при использовании постоянных материалов и при двусторонней окклюзии, включая ЭД, гангрену полового члена, ишемию ягодичных мышц, кавернозит и абсцесс промежности (14, 15).

Травмы полового члена встречаются редко, а разрыв кавернозной артерии, связанный с артериокавернозным свищом, – еще реже (16). Непроницающие тупые травмы полового члена в расслабленном состоянии обычно возникают вследствие травмы промежности, при которой основание полового члена сдавливается лобковой костью. Как правило, наблюдается двусторонняя интракавернозная гематома, которая обычно затрагивает белочную оболочку. Однако основным осложнением этого состояния является высокопоточный приапизм (16, 17).

Эндоваскулярное лечение приобрело большую актуальность в последнее десятилетие из-за его бурного развития и значительных преимуществ по сравнению с другими методами, таких как более короткое время восстановления, высокотехнологичность инструментария и эмболизатов, более короткое пребывание

в больнице, более низкая частота осложнений и преимущества минимально инвазивной процедуры. Однако такой подход требует хорошего знания анатомии, адекватного предварительного планирования, использования контраста и доз радиационного облучения.

Материалы для эмболизации варьируют от гелевой пены (желатиновой губки) до частиц, спиралей, букрилата, оникса или аутологичных сгустков крови с разной степенью успеха. В настоящее время спирали рекомендуются благодаря их способности обеспечивать точную и безопасную эмболизацию, сохраняя оставшуюся часть здорового сосуда, благодаря постоянству состава (металл) применение спиралей с синтетическими волокнами сводит вероятность рецидива практически к нулю.

Заключение

Представленное клиническое наблюдение подчеркивает, что высокопоточный приапизм является редким осложнением тупой генитоперинеальной травмы с разрывом кавернозной артерии и формированием артериокавернозного свища, для диагностики которого ключевую роль играют клиническая оценка, УЗИ с цветовым доплеровским картированием и селективная ангиография. Лечение носит ступенчатый характер: от консервативных методик (компрессия, холод) с возможной спонтанной детумесценцией до эндоваскулярной селективной эмболизации фистулы, причем временные эмболизирующие материалы имеют меньший риск осложнений, но более высокую вероятность рецидива, тогда как постоянные эмболизаты и двусторонняя окклюзия ассоциированы с большей частотой тяжелых осложнений, включая ЭД и ишемические повреждения. На современном этапе эндоваскулярные вмешательства рассматриваются как метод выбора благодаря минимальной инвазивности, возможности точной локализации поражения и сохранению неповрежденного сосудистого русла (особенно при использовании спиралей), однако требуют высокой технической оснащенности, тщательного предоперационного планирования и строгого контроля дозы контраста и радиационного облучения.

У нашего пациента не наблюдалось улучшения в ответ на консервативное лечение, назначенное урологом, поэтому была проведена ангиография для подтверждения диагноза и облитерации свища с помощью селективной артериальной эмболизации микроспиральями. Интересно, что после этой процедуры была достигнута спонтанная детумесценция полово-

го члена в течение суток и ушли беспокоящие пациента ощущения. Методы эндоваскулярной хирургии выглядят привлекательно и перспективно, однако, вероятно, возможности эндоваскулярной хирургии сообществом урологов-андрологов недооценены. Тем не менее методы эмболизации должны быть рассмотрены во всех случаях неишемического приапизма после травмы половой области у мужчин. Эндоваскулярная методика эмболизации – это малоинвазивное высокоточное вмешательство, которое следует рассматривать как метод пер-

вого выбора в случае неэффективности консервативной терапии. Благодаря совершенствованию инструментария вмешательство может быть выполнено комфортным для пациента доступом с применением широкого спектра эмболизационных материалов. Представленное клиническое наблюдение демонстрирует осуществимость, эффективность и безопасность такого подхода для пациентов, которые еще десятилетие назад считались безнадежными с радикальным методом коррекции приапизма (фаллопротезирование).

Introduction

Erectile dysfunction (ED) is the inability to achieve and/or maintain a penile erection sufficient for sexual intercourse, persisting for more than three months (1). The high prevalence of this pathological condition in the population determines the relevance of its prevention, diagnosis, and treatment. ED is commonly defined as the inability to achieve an erection; however, a persistent painful erection, known as priapism, should also be considered as one of the forms of ED.

Priapism is a pathological, often severely painful erection that persists in the absence of sexual stimulation, does not resolve after ejaculation, and may last for more than four hours until medical care is provided. In some patients, these episodes may be recurrent, but such chronic form is relatively rare (2). The name “priapism” derives from the name of the ancient Greek god of fertility, Priapus, who was considered the patron of gardens, vineyards, and livestock. In mythological sources, Priapus is described as the son of the goddess of love (Aphrodite or her Roman equivalent) who had a permanent hypertrophied erection, which was the reason to use of his name for this pathological condition. Despite its relative rarity, this condition belongs to urological emergencies, as prolonged ischemia of the cavernous tissue leads to cavernosal fibrosis, penile shortening, and persistent erectile dysfunction. A key role in the development of priapism is played by penile and peripenile trauma, which may lead to both the ischemic form and post-traumatic high-flow priapism due to injury of the cavernosal arteries with the development of arteriocavernosal fistulas or pseudoaneurysms. High-flow post-traumatic priapism is traditionally considered to have more favorable outcomes; however, with a prolonged course and delayed diagnosis, cases of loss of spontaneous erection and chronic pain syndrome have also been reported (3).

In emergency departments, penile injuries are rare, occurring in about 1 in 175,000 patients (4), so rapid diagnosis is necessary. Penile injuries may result from penetrating and non-penetrating trauma. Non-penetrating injuries may lead to development of cavernosal hematomas or to penile fractures; in the absence of timely treatment, these injuries may result in fibrosis or erectile dysfunction.

Depending on hemodynamic characteristics, there are ischemic (low-flow), non-ischemic (high-flow), and recurrent forms of priapism, whereby the ischemic variant is the most common and regarded as a urological emergency requiring immediate decompression of the corpora cavernosa (5).

Non-ischemic priapism is typically associated with blunt perineal or penile trauma with formation of an arteriocavernosal fistula or post-traumatic arteriovenous malformations, leading to uncontrolled inflow of arterial blood into the corpora cavernosa with preserved venous outflow. In contrast to the ischemic variant, high-flow priapism usually occurs without severe pain syndrome, which often leads to delayed presentation and underestimation of the condition severity by both patients and general practitioners. At that, long-lasting non-ischemic post-traumatic priapism may lead to remodeling of the cavernosal tissue and erectile function impairment, particularly in the absence of timely endovascular correction (6).

Current recommendations of international urological societies emphasize the need for a differentiated management strategy for patients with priapism depending on the hemodynamic type, duration of symptoms, and etiological factor, including traumatic injuries of the penis and perineum. In traumatic high-flow priapism, noninvasive imaging (color Doppler scanning, CT/MR angiography) plays a key role. Conservative management is considered as the first step in the treatment of such cases, with observation for 24–48 hours, during which perineal com-

pression and ice applications are performed in order to induce cavernosal vasospasm, facilitating clot formation and fistula obliteration (7). However, if the condition does not improve, angiography combined with selective arterial embolization should be considered, allowing to confirm the presence of an arteriocavernosal fistula and to perform an organ-preserving endovascular intervention.

Nevertheless, the literature still contains a limited number of observations and systematic reviews addressing high-flow post-traumatic priapism, which determines the relevance of analyzing the clinical and diagnostic features and the outcomes of various interventional and surgical treatment options in this group of patients.

We present the case of a 40-year-old male patient, who presented to the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenov University) with complaints of a prolonged painless erection of the penis, lasting about 10 days after blunt trauma to the perineum.

Clinical case description

The 40-year-old male patient got a blunt trauma after falling into a manhole at a subway station. As a result of the fall, he got an injury of soft tissues of the perineum and scrotum. In 10 to 12 days after the injury, he noted persistent rigidity at the base of his penis without significant pain. He independently consulted a urologist at the local clinic, where, after physical examination, a genital ultrasound was performed. According to ultrasound data: the right corpus cavernosum of the penis has a normal echostructure, homogeneous, with single small hyperechoic inclusions; in the left corpus cavernosum at the level of the perineum, an anechoic internal zone of rupture is visualized, not extending beyond the contour of the corpus cavernosum, with a scalloping contour, measuring up to 10 mm. On color duplex mapping, an arteriovenous (cavernosal) junction with continuous arteriovenous shunting is visualized in the rupture area. As the patient complained on the absence of detumescence for almost two weeks, hospitalization to a specialized urological department was recommended.

The patient presented to the Clinic of Urology named after R.F. Fronstein at the Sechenov University. On clinical examination, vital signs were within normal limits; the penis was in a semi-erect state at the base, painless, with adequate capillary filling. In addition, duplex scanning of the penis demonstrated increased blood flow in the left cavernosal artery. All of the above findings indicated a case of post-traumatic high-flow priapism. Penile prosthesis implantation was offered to the patient as an alternative method of restoring erectile function, but he declined.

The patient was referred to the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiography of Sechenov University for multispiral computed tomography (MSCT) to assess for the presence of an arteriocavernosal fistula or pseudoaneurysm.

According to MSCT with intravenous contrast enhancing, the abdominal aorta is well visualized throughout and not dilated. The arteries of the iliac-common femoral segment are well visualized; in the right common iliac artery (CIA), a mixed plaque with 10% stenosis is identified. From the posterior trunk of the left internal iliac artery (IIA), the internal pudendal artery originates, measuring 3.3 mm in diameter. The left internal pudendal artery forms the deep artery of the penis; at the level of the mid-third of the corpora cavernosa, an arteriovenous fistula measuring 8.6 × 6.6 mm is identified between the deep artery of the penis and the left corpus cavernosum. In the arterial phase, filling of the left corpus cavernosum with contrast-enhanced (arterial) blood is observed; in the venous and delayed phases, filling of the right corpus cavernosum with contrast-enhanced blood is also noted (Fig. 1).

The patient has a normal body habitus, without overweight (height 175 cm, weight 74 kg, BMI 24). The patient underwent a number of laboratory tests necessary to assess his general condition and possibility for surgical intervention. Among the laboratory abnormalities, a slight elevation of high-density lipoproteins was noted; the remaining parameters were within normal limits and consistent with those for an adult male. Summary of laboratory data is presented in Table.

Taking into account the patient's complaints, clinical presentation, and findings of instrumental diagnostic methods, invasive selective angiography of the internal iliac artery with endovascular embolization of the pathological arteriocavernosal junction was proposed to the patient as a minimally invasive, organ-preserving alternative.

Technique of selective embolization

Under local anesthesia (2% lidocaine solution), a 5 Fr introducer (RadioFocus, Terumo, Japan) was inserted into the right radial artery using the Seldinger technique. A diagnostic superhydrophilic catheter (Merit Impress Legato 5 Fr, 125 cm) was advanced and positioned in the anterior trunk of the left internal iliac artery; selective angiography was performed, revealing a fistulous junction between a branch of the left internal pudendal artery and the base of the left corpus cavernosum with intense opacification (mode of the digital subtraction angiography and processing by sequential overlay of all frames) (Fig. 2).

The feeding artery was superselectively catheterized over a micro-guidewire (Fielder FC, 300 cm) using a 2.4 Fr, 150 cm microcatheter with a 0.018" end hole (Progreat, Terumo, Tokyo), which was positioned in the area close to the junction. Superselective angiography further confirmed the nature of the fistula (Fig. 3).



Fig. 1. Pelvic MSCT with intravenous contrast enhancement. There is an abnormal opacification from the left internal pudendal artery into the left corpus cavernosum with deposition of contrast agent at the base of the left corpus cavernosum.

Table. List of patient blood parameters with absolute values

Hematology	
Hematocrit	42.1%
Hemoglobin	145 g/L
Leukocytes	$6 \cdot 10^9/L$
Lymphocytes	28.2%
Lymphocytes	29%
Lymphocytes abs.	$1.6 \cdot 10^9/L$
Monocytes	4.1%
Monocytes	5%
Monocytes abs.	$0.2 \cdot 10^9/L$
Band neutrophils	1%
ESR by Panchenkov	6 mm/h
Platelets	$235 \cdot 10^9/L$
Coagulogram	
APTT	27.5 s
INR	0.88
Fibrinogen	2 g/L
Blood chemistry	
ALT	17.7 U/L
Albumin	47.7 g/L
AST	17.6 U/L
Total bilirubin	7 $\mu\text{mol/L}$
Glucose	4.9 mmol/L
Iron (Fe)	17.4 $\mu\text{mol/L}$
Potassium	4.36 mmol/L
Creatinine	98 $\mu\text{mol/L}$
Creatinine kinase (CK)	104 U/L
Lactate dehydrogenase (LDH)	236 U/L
Uric acid	298.9 $\mu\text{mol/L}$
Urea	7.7 mmol/L
Sodium (Na)	141.8 mmol/L
Total protein	69 g/L
C-reactive protein (CRP)	11.2 mg/L
Lipid profile	
Triglycerides	2.44 mmol/L
Cholesterol	4.7 mmol/L
HDL cholesterol	1.12 mmol/L
LDL cholesterol	2.5 mmol/L

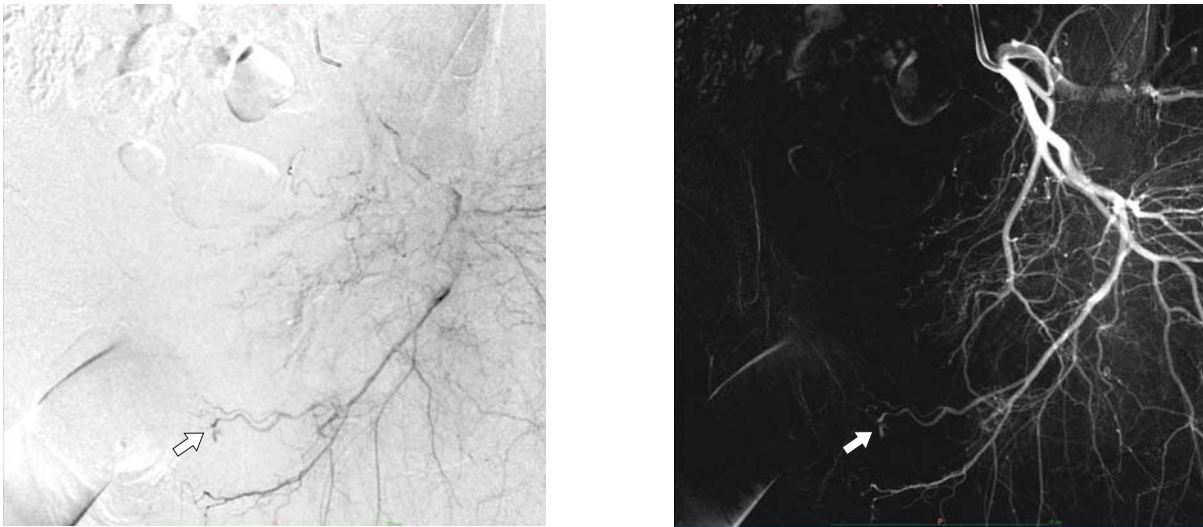


Fig. 2. Selective DSA angiography of the anterior trunk of the left internal iliac artery with overlay of all frames: there is a residual pathological shunt of contrasted blood from a branch of the left internal pudendal artery into the left corpus cavernosum (arrow).

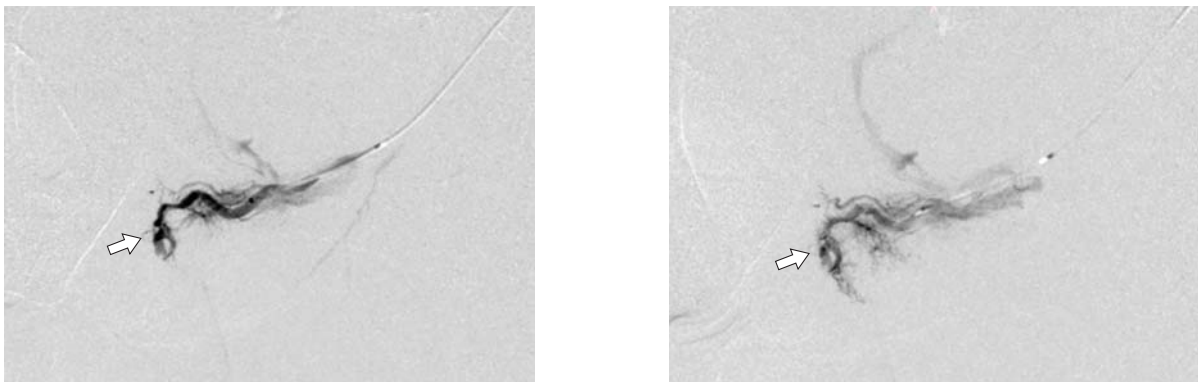


Fig. 3. Superselective angiography of the branch of the internal pudendal artery (initial and final phases). Shunting of the contrasted blood into the base of the left corpus cavernosum is visualized (arrow).

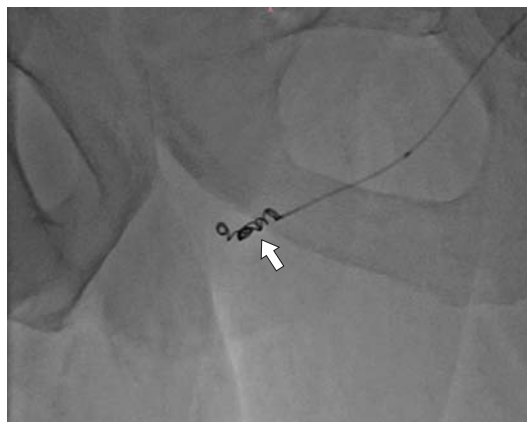


Fig. 4. Coils in the area of the target artery, delivered via a microcatheter (arrow).

Two embolizing soft nitinol coils with synthetic fibers, 0.018" in caliber, 4 mm in diameter and 2 mm in length (Nester 18-4/2, COOK, USA), were placed into the area of the pathological junction (Fig. 4).

Control angiography through the microcatheter confirmed complete closure of the fistula (Fig. 5).

The instruments were removed, and an aseptic compressing bandage was applied for 4 hours. The patient noted complete detumescence in the next morning and had no complaints. He was discharged 24 hours after selective embolization for further follow-up. The prophylactic medications were prescribed (pentoxifylline

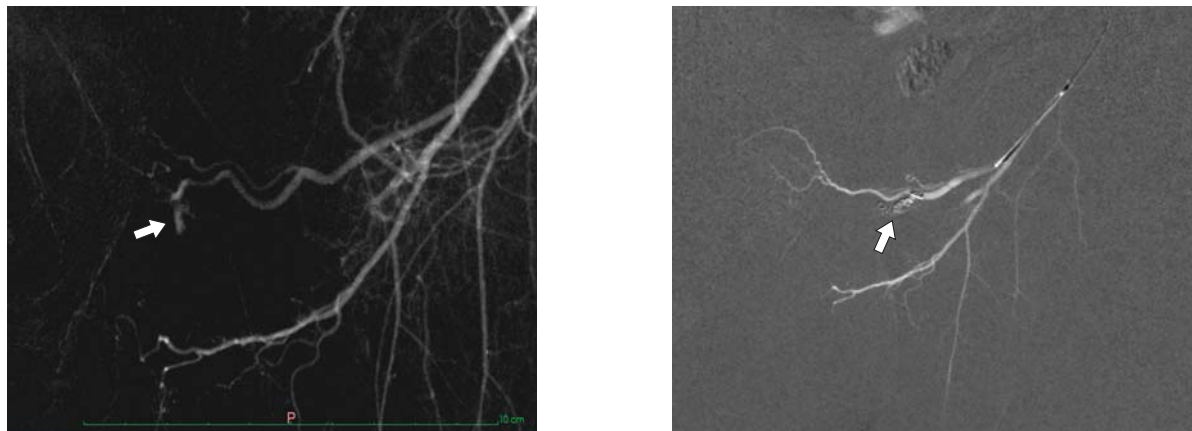


Fig. 5. Selective angiogram of the branch of the internal pudendal artery before (left) and immediately after (right) embolization. The arrows indicate the pathological arteriocavernosal junction (left) and complete blood stasis after embolization (right).

400 mg tablets twice daily, vitamin E 1000 mg capsules once daily, and sildenafil 50 mg tablets once daily), along with dietary and lifestyle modification recommendations.

Discussion

High-flow priapism is a less common type of priapism caused by genitoperineal trauma with rupture of the cavernosal artery, leading to the formation of an arteriocavernosal fistula with frequent uncontrolled arterial inflow into the lacunar spaces of the corpora cavernosa (8). Clinical assessment, duplex scanning of the penis, and evaluation of penile hemodynamics are necessary to confirm the diagnosis and to differentiate high-flow priapism from low-flow and stuttering priapism (9). Diagnostics of an arteriocavernosal fistula may be performed using various methods; however, the preferred method is ultrasound examination due to its sensitivity, accessibility, low cost, and non-invasiveness. In patients with recent trauma, ultrasound examination reveals a hypoechoic area with well-defined margins in the corpus cavernosum, with signs of color Doppler blood flow from the injured cavernosal artery, turbulent and high-velocity at the site of the fistula (9).

Treatment of high-flow priapism is a stepwise approach, with conservative therapy as the first stage of treatment, including perineal compression and ice poultices, with general spontaneous detumescence achieved in approximately 60% of cases (7, 10). If no improvement, arteriography represents the second-line treatment to confirm the diagnosis, localize the fistula or pseudoaneurysm, and perform its obliteration using various materials (11). During selective angiography, rapid filling of the corpora cavernosa in the early arterial phases may be observed due to increased blood flow velocity created by the fistula; at the same time, filling defects in the cavernosal arteries may be noted

due to the presence of hematomas or injury to these vascular structures. On digital subtraction angiography, the arteriocavernosal fistula is directly visualized as a tree-like vascular “blush,” demonstrating the distribution of the lesion in real time and the filling characteristics during the contrast agent administration.

To date, there has been much debate about the best material for embolization; however, there is general agreement on the superiority of temporary agents (12), such as autologous blood clots, gelatin foam, or sponge, which are associated with a minimal risk of complications, but unfortunately, the risk of recurrent pathological shunting remains. On the other hand, permanent non-resorbable materials (microcoils, polyvinyl PVA particles, histoacryl glue) may be used to prevent recurrence; however, they may carry a higher risk of complications, particularly in cases of bilateral embolization (12, 13). Finally, surgical ligation of the fistulous junction should also be considered, but only in cases of embolization failure due to its unfavorable outcomes (10).

Several non-randomized studies have reported success rates of selective embolization of up to 89%; but unfortunately, there are no reliable data demonstrating the relative advantages of different materials. Several publications have mentioned potential complications caused by selective embolization, which are relatively frequent when permanent materials are used and in cases of bilateral occlusion, including erectile dysfunction, penile gangrene, gluteal muscle ischemia, cavernositis, and perineal abscess (14, 15).

Penile trauma is rare, and cavernous artery rupture associated with arteriocavernosal fistula is even rarer (16). Non-penetrating blunt penile injuries in the flaccid state usually occur as a result of perineal trauma, when the base of the penis is compressed by the pubic bone. As a rule, bilateral intracavernosal

hematoma is observed, typically involving the tunica albuginea. However, the main complication of this condition is high-flow priapism (16, 17).

Endovascular treatment has gained great relevance over the past decade due to its rapid development and significant advantages compared with other methods, such as shorter recovery time, high-technology instruments and embolization agents, shorter hospital stay, lower complication rates, and the advantages of a minimally invasive procedure. However, such approach requires good knowledge of anatomy, adequate preliminary planning, and proper use of contrast agents and radiation doses.

Materials for embolization vary from gel foam (gelatin sponge) to particles, coils, bucrylate, onyx, or autologous blood clots, with different rates of success. Currently coils are recommended due to their ability to provide accurate and safe embolization while preserving the remaining part of healthy vessel; due to the permanent composition (metal), the use of coils with synthetic fibers reduces the recurrence probability to nearly zero.

Conclusion

The presented clinical case emphasizes that high-flow priapism is a rare complication of blunt genitoperineal trauma with rupture of the cavernosal artery and development of an arteriocavernosal fistula, for diagnosis of which, ultrasound with color Doppler mapping and selective angiography play a key role in diagnosis. The treatment is stepwise: from conservative methods (compression, cold) with possible spontaneous detumescence to endovascular selective embolization of the fistula. At that, temporary embolization materials are associated with a lower risk of complications but a higher probability of recurrence, whereas permanent embolization agents and bilateral occlusion

are associated with a higher incidence of severe complications, including erectile dysfunction and ischemic injuries. At the present stage, endovascular interventions are considered the method of choice due to their minimal invasiveness, the possibility of precise localization of the lesion, and preservation of the intact vessels (particularly when coils are used); however, they require advanced technical equipment, thorough preoperative planning, and strict control of the contrast agent dose and radiation exposure.

In our patient, no improvement was observed in response to conservative treatment prescribed by the urologist; therefore, angiography was performed to confirm the diagnosis and to obliterate the fistula by selective arterial embolization with microcoils. Interestingly, spontaneous penile detumescence was achieved within 24 hours after the procedure, and the patient's bothersome symptoms resolved. Methods of endovascular surgery appear attractive and promising; however, the potential of endovascular surgery may be underestimated by the community of urologists and andrologists. Nevertheless, embolization methods should be considered in all cases of non-ischemic priapism after genital trauma in men. The method of endovascular embolization is a minimally invasive, highly precise intervention that should be considered as the method of the first choice in cases of conservative therapy failure. Due to advances in instrumentation, the procedure can be performed via access that is comfortable for the patient and using a wide range of embolization materials. The presented clinical case demonstrates feasibility, efficacy, and safety of this approach in patients who, just a decade ago, were considered hopeless and were suitable only for a radical method of priapism correction (penile prosthesis implantation).

Список литературы [References]

1. Российское общество урологов. Клинические рекомендации. Эректильная дисфункция. 2021. Russian Society of Urologists. Clinical Guidelines. Erectile Dysfunction. 2021 (In Russian) <https://legalacts.ru/doc/klinicheskie-rekomendatsii-erektilnaja-disfunktsija-odobreny-minzdravom-rossii/?ysclid=mk4e04rgs6528882892>
2. Song P.H., Moon K.H. Priapism: current updates in clinical management. *Korean J. Urol.* 2013, 54 (12), 816–823. <http://doi.org/10.4111/kju.2013.54.12.816>
3. Acampora C., Borzelli A., Di Serafino M. et al. High-flow post-traumatic priapism: diagnostic and therapeutic workup. *J. Ultrasound.* 2021, 24 (4), 539–545. <http://doi.org/10.1007/s40477-020-00449-8>
4. Cozzi D., Verrone G.B., Agostini S. et al. Acute penile trauma: imaging features in the emergency setting. *Radiol. Med. (Torino).* 2019, 124 (12), 1270–1280. <http://doi.org/10.1007/s11547-019-01065-1>
5. Dantas G.C., Cavalcante F. Jr., Yamauchi F.I. et al. Penile emergencies: a review of the main conditions. *Radiol. Bras.* 2019, 52 (2), 123–127. <http://doi.org/10.1590/0100-3984.2017.0072>
6. Abd El Salam M.A., Mashhour S.N., Azzazi O.A. Successful Management of Post-traumatic High-Flow Priapism by Super-Selective Coil Embolization: A Case Report. *Erciyas Med. J.* 2019, 41 (2), 205–208. <http://doi.org/10.14744/etd.2019.78557>
7. Arango O., Castro R., Dominguez J., Gelabert A. Complete resolution of post-traumatic high-flow priapism with conservative treatment. *Int. J. Impot. Res.* 1999, 11 (2), 115–117. <http://doi.org/10.1038/sj.ijir.3900382>
8. Hakim L.S., Kulaksizoglu H., Mulligan R. et al. Evolving concepts in the diagnosis and treatment of arterial high flow priapism. *J. Urol.* 1996, 155 (2), 541–548. PMID: 8558656
9. Muneer A., Alnajjar H.M., Ralph D. Recent advances in the management of priapism. *F1000Res.* 2018, 7, 37. <http://doi.org/10.12688/f1000research>

10. Ikey A.K., Levine L.A. Conservative management of high-flow priapism. *Urology*. 1995, 46 (3), 419–424. [http://doi.org/10.1016/S0090-4295\(99\)80235-0](http://doi.org/10.1016/S0090-4295(99)80235-0)
11. Kim K.R. Embolization Treatment of High-Flow Priapism. *Semin. Intervent. Radiol.* 2016, 33 (3), 177–181. <http://doi.org/10.1055/s-0036-1586152>
12. Shigehara K., Namiki M. Clinical Management of Priapism: A Review. *Wld J. Mens Health*. 2016, 34 (1), 1–8. <http://doi.org/10.5534/wjmh.2016.34.1.1>
13. Sánchez-López S., González-Gómez S., Di Lizio-Miele K., González-Gómez J. High-flow priapism treated with superselective transcatheter embolization using polyvinyl alcohol particles. *SAGE Open Med. Case Rep.* 2017, 5, 2050313X17693179. <http://doi.org/10.1177/2050313X17693179>
14. Tonseth K.A., Egge T., Kolbenstvedt A., Hedlund H. Evaluation of patients after treatment of arterial priapism with selective micro-embolization. *Scand. J. Urol. Nephrol.* 2006, 40 (1), 49–52. <http://doi.org/10.1080/00365590500338040>
15. Görlich J., Ermis C., Krämer S.C. et al. Interventional treatment of traumatic priapism. *J. Endovasc. Ther.* 2002, 9 (5), 614–617. <http://doi.org/10.1177/152660280200900511>
16. Cozzi D., Verrone G.B., Agostini S. et al. Acute penile trauma: imaging features in the emergency setting. *Radiol. Med. (Torino)*. 2019, 124 (12), 1270–1280. <http://doi.org/10.1007/s11547-019-01065-1>
17. Williams A.B., Lax L.G. A rare case of post-traumatic high-flow priapism requiring endovascular salvage with bilateral super-selective micro coil embolization. *J. Surg. Case Rep.* 2021, 2021 (3), rjab077. <http://doi.org/10.1093/jscr/rjab077>

Сведения об авторах [Authors info]

Асадов Джамиль Арифович – канд. мед. наук, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра; доцент кафедры интервенционной кардиоангиологии ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>. E-mail: asadov_djamil@mail.ru

Семитко Сергей Петрович – доктор мед. наук, директор Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра; профессор кафедры интервенционной кардиоангиологии ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1268-5145>

Раппопорт Леонид Моисеевич – доктор мед. наук, профессор, директор клиники урологии Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <http://orcid.org/0000-0001-7787-1240>. E-mail: rapoport_l_m@staff.sechenov.ru

Гольмисарян Карен Вадимович – врач-рентгенолог кабинета компьютерной томографии Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). <http://orcid.org/0000-0002-8985-2220>

Фоменко Виктория Владимировна – канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2124-7929>. E-mail: fomenko-victoria90@mail.ru

Иоселиани Давид Георгиевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой интервенционной кардиоангиологии, почетный директор Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6425-7428>. E-mail: davidgi@mail.ru

* **Адрес для переписки:** Асадов Джамиль Арифович – e-mail: asadov_djamil@mail.ru

Dzhamil A. Asadov – Cand. of Sci. (Med.), Physician, Department of endovascular methods of diagnosis and treatment, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Clinical Center; Associate Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8635-0893>. E-mail: asadov_djamil@mail.ru

Sergey P. Semitko – Doct. of Sci. (Med.), Director of Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Clinical Center, Professor of the Department of Interventional Cardioangiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1268-5145>

Leonid M. Rapoport – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director of the Urology Clinic at the Institute of Urology and Human Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <http://orcid.org/0000-0001-7787-1240>. E-mail: rapoport_l_m@staff.sechenov.ru

Karen V. Gyul'misaruyan – radiologist of the computed tomography department, Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Clinical Center, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-8985-2220>

Victoria V. Fomenko – Cand. of Sci. (Med.), specialist on radioendovascular diagnostics and treatment of the Scientific and Practical Center of Interventional Cardioangiology of the Clinical Center, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2124-7929>. E-mail: fomenko-victoria90@mail.ru

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

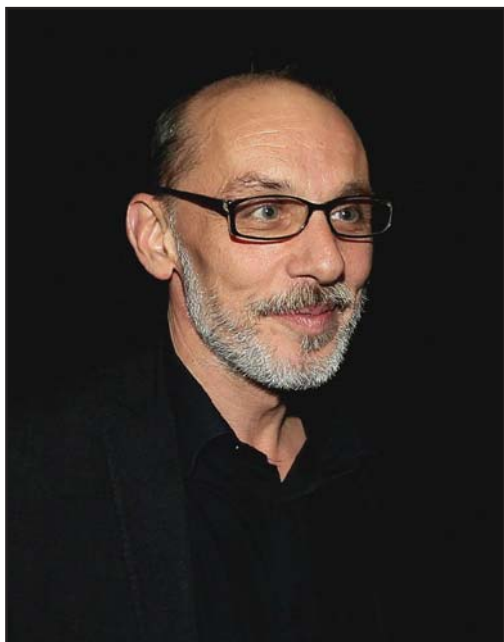
* **Address for correspondence:** Dzhamil A. Asadov – e-mail: asadov_djamil@mail.ru

Статья получена 21 ноября 2025 г.
Manuscript received on November 21, 2025.

Принята в печать 23 января 2026 г.
Accepted for publication on January 23, 2026.

Памяти Михаила Дурмишхановича Алшибая

A tribute to Mikhail Alshibaya



27 ноября 2025 года скоропостижно ушел из жизни известный кардиохирург, крупный ученый, заведующий кардиохирургическим отделением хирургического лечения ишемической болезни сердца НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор Михаил Дурмишханович Алшибая.

Михаил Дурмишханович был не просто замечательным врачом. Он был исследователем и первопроходцем, художником и творцом,

On November 27, 2025, a prominent Russian cardiac surgeon and scientist, Head of the Department of surgical treatment of coronary heart disease at the A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of Russia, Doctor of Medical Sciences, Professor Mikhail D. Alshibaya, passed away suddenly.

M.D. Alshibaya was not just a great physician, but also an excellent researcher, pioneer, and innovator, constantly focused on developing new, original methods for diagnostics and surgical treatment of the cardiac and vascular diseases. His fundamental and clinical research provided

испытателем и новатором, превращавшим самые смелые научные гипотезы в реальные методики спасения. Его фундаментальные и клинические исследования легли в основу многих современных подходов к диагностике и реконструктивному хирургическому лечению пациентов с ишемической болезнью сердца.

Коллеги, друзья, многочисленные пациенты всегда будут помнить Михаила Дурмишхановича как лучезарного, творческого и невероятно эрудированного человека, общение с которым доставляло радость и эстетическое удовольствие. Он был не только блестящим ученым и хирургом, обладающим феноменальными знаниями, но и удивительно чутким, внимательным и отзывчивым человеком, готовым всегда прийти на помощь, поделиться опытом, разделить груз трудных задач, невзирая на занятость и усталость. Он с заботой относился к каждому из своих пациентов, понимая, что путь к здоровью – это совместный труд и совместное творчество.

Коллектив Бакулевского центра выражает глубочайшие соболезнования родным и близким, всем, кто знал и любил Михаила Дурмишхановича.

Светлая память об этом энергичном, жизнерадостном и творческом человеке сохранится в наших сердцах. Его имя навсегда останется в истории нашего Центра и мировой медицины.

the basis for modern approaches to the diagnosis and reconstructive surgical treatment of patients with coronary heart disease, especially its most severe complication – myocardial infarction. In addition, professor M.D. Alshibaya was among the first in the country to perform a number of surgeries: single-stage correction of multiple arterial lesions in patients with multifocal atherosclerosis; geometric reconstruction of the left ventricle combined with coronary artery bypass grafting and mitral valve repair; and reconstruction of the left ventricle combined with repair of a post-infarction ventricular septal rupture and coronary artery bypass grafting using an original

double-patch method. He performed more than 8,000 operations in assisted circulation setting; in the last five years alone, he carried out approximately one thousand open-heart surgeries. And over the past three years, Professor M.D. Alshibaya has developed a new methodological concept of a differentiated surgical approach to the treatment of post-infarction complications in adult patients with coronary heart disease.

Training of highly qualified specialists for national cardiac surgery had a special place in Mikhail Alshibaya's activity: at his initiative, modern educational technologies and principles of mentorship were introduced, as well as systematic exchange of knowledge and practical experience both within the team and with colleagues from other scientific centers.

For his significant contribution to saving human lives and health, for his dedicated and impeccable work, Professor M.D. Alshibaya was awarded the Honorary Certificate of the Moscow Healthcare Department and a Certificate of Gratitude from the Minister of Health of the Russian Federation.

In addition, Mikhail Alshibaya was widely known in the art community as a successful collector of works of art. "The most joyful collector, a brilliant surgeon with golden hands who saved many lives," was how art professionals described him.

The Editorial Board of International Journal of Interventional Cardioangiology expresses its deepest condolences to the family and friends and to all who knew and loved Mikhail Alshibaya. The bright memory of this energetic, cheerful, and creative person will remain in our hearts.

Памяти Алексея Александровича Филатова

A tribute to Alexey Filatov



26 февраля 2026 года после тяжелой болезни ушел из жизни известный рентгенэндоваскулярный хирург, лауреат премии Ленинского комсомола, кандидат медицинских наук Алексей Александрович Филатов. Отечественная медицина потеряла блестящего клинициста, рентгенэндоваскулярного хирурга и ученого. После окончания в 1980 году лечеб-

On February 26th, 2026, the well-known endovascular surgeon, Laureate of Lenin Komsomol prize, candidate of medical sciences Alexey Filatov passed away after a severe illness. Russian medicine lost a brilliant clinician, endovascular surgeon and researcher. In 1980, Alexey Filatov graduated from the 1st Medical Institute named after I.M. Sechenov and started to work in the City clinical hospital №15, where he made his way from a simple physician to the head of the department of endovascular methods of diagnosis and treatment. He combined these activities with the work in the department of emergency cardiology of Bakoulev Institute for cardiovascular surgery, based in the 6th department of cardiology the City clinical hospital №15. It is worth noting that A. Filatov was among the pioneers of balloon angio-

ного факультета I Медицинского института им. И.М. Сеченова А.А. Филатов пришел работать в городскую клиническую больницу №15, где прошел путь от врача до заведующего отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения. Эту деятельность он совмещал с работой в отделении неотложной кардиологии Института сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева АМН СССР, которое базировалось в 6-м кардиологическом отделении ГКБ № 15. Следует особо отметить, что А.А. Филатов одним из первых в стране начал выполнять процедуры баллонной ангиопластики и стентирования коронарных артерий при остром инфаркте миокарда. Именно поэтому в скором времени он стал признанным лидером в области эндоваскулярного лечения разных форм острого инфаркта миокарда в Москве и стране. На его счету тысячи спасенных пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. А.А. Филатова отличали невероятное трудолюбие и преданность профессии, удивительная скромность и порядочность.

Светлая память об Алексее Александровиче Филатове навсегда сохранится в сердцах знавших его людей.

plasty and stenting in patients with acute myocardial infarction in our country. Just for this reason, he quickly became an acknowledged leader in the field of endovascular management of various forms of acute myocardial infarction in Moscow and in our country. Thousands of patients with cardiovascular diseases owe their life to him. Dr. Filatov was a man of unbelievably hard-working nature, devoted to his profession, wonderfully modest and honest. .

The bright memory of Alexey Filatov will be forever kept in the hearts of the people who knew him.

We shall always cherish the memory of this distinguished physician, wonderful person, colleague and friend!