

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

# МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ

SCIENTIFIC AND PRACTICAL PUBLICATION  
MINIMALLY INVASIVE  
CARDIOVASCULAR SURGERY



РОМИХ

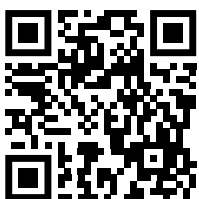
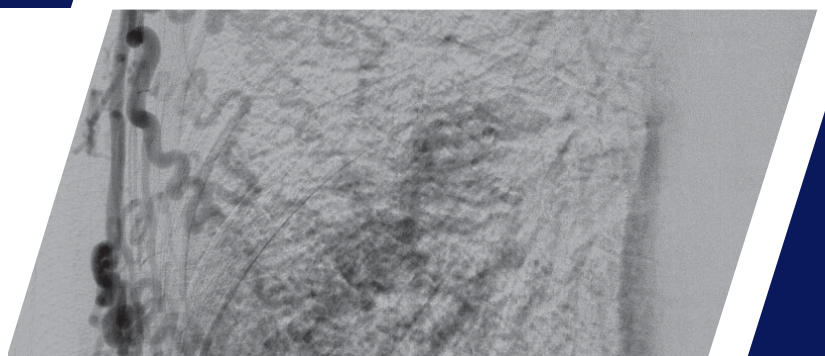
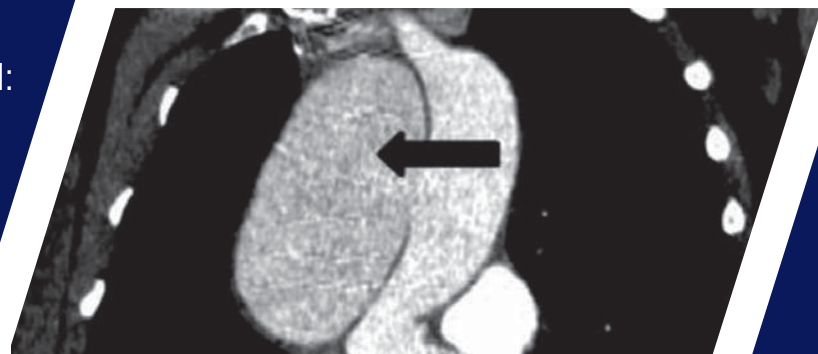
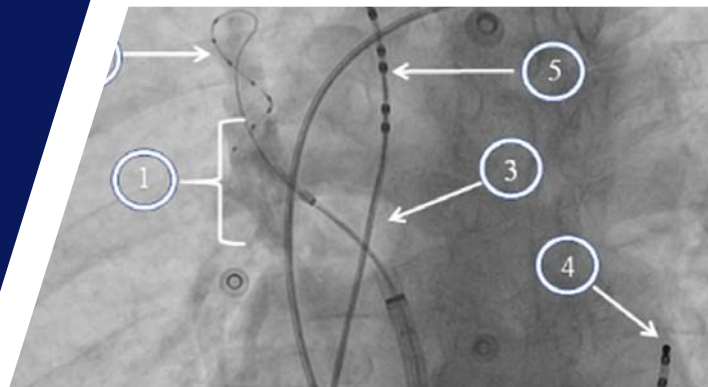
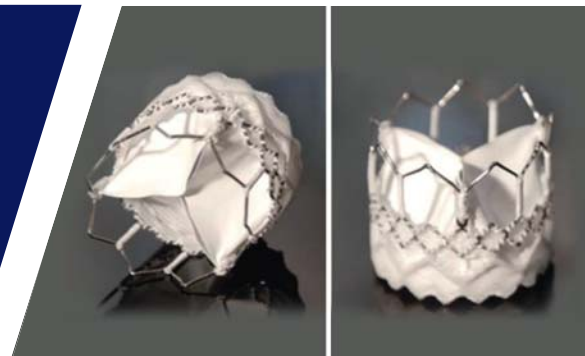
## В НОМЕРЕ:

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И СРЕДНЕСРОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ  
ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРОТЕЗА  
АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА «МЕДЛАБ КТ»

КАРДИОНЕЙРОАБЛАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КРИОБАЛЛОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ:  
КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

УСПЕШНОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ  
ГИГАНТСКОЙ АНЕВРИЗМЫ ГРУДНОЙ АОРТЫ  
ЧЕРЕЗ ДЕВЯТЬ ЛЕТ  
ПОСЛЕ РЕИМПЛАНТАЦИИ  
АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА (reprint)

АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ МАЛЬФОРМАЦИЯ СПИНЫ:  
МЕСТО ЭМБОЛИЗАЦИИ И РЕЗЕКЦИОННЫХ  
ВМЕШАТЕЛЬСТВ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ  
(КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)





Главный внештатный  
специалист хирург Минздрава  
России



## Общероссийская общественная организация «Российское общество минимально инвазивной хирургии»



Главный хирург  
Минздрава  
России

«Революционное внедрение инновационных минимально инвазивных технологий в хирургии открыло новые возможности в лечении широкого спектра заболеваний от сердечно-сосудистых заболеваний и злокачественных и доброкачественных новообразований различной локации до мочекаменной болезни. Применение достижений фундаментальной науки и инновационных технологий позволило снизить инвазивность хирургических вмешательств и сделать высокотехнологичное лечение доступным для коморбидных пациентов. В настоящий момент минимально инвазивная хирургия - одна из наиболее стремительно развивающихся сфер медицины, интегрирующая в себя множество перспективных научно-практических направлений».

Академик РАН Амиран Шотаевич Ревিশвили



Включение в авторитетное  
экспертное сообщество



Участие в Рабочих группах по  
написанию клинических  
рекомендаций



Научная кооперация с ведущими  
научными и образовательными  
организациями



Бесплатные образовательные  
вебинары по минимально  
инвазивной хирургии



Образовательные программы,  
стажировки в ведущих научных и  
образовательных организациях,  
уникальные мастер-классы



Участие в Рабочих группах РОМИХ  
по развитию новых клинических и  
научных направлений



Открытый доступ к научному  
контенту



Правовая защита и  
консультирование по правовым  
основам клинической практики

научно - практическое издание

**МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ**

---

Том 2 № 1 2026

---

scientific and practical journal

**minimally invasive  
CARDIOVASCULAR SURGERY**

---

Volume 2 № 1 2026

---

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

**Ревишвили А.Ш.**

академик РАН, г. Москва

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**

**Попов В.А.**

д.м.н., профессор, г. Москва

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ**

**Анищенко М.М.**

к.м.н., г. Москва

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

**Алекян Б.Г.**

академик РАН, г. Москва

**Белов Ю.В.**

академик РАН, г. Москва

**Готье С.В.**

академик РАН, г. Москва

**Коков Л.С.**

академик РАН, г. Москва

**Глянцев С.П.**

д.м.н., профессор, г. Москва

**Мацкеплишвили С.Т.**

академик РАН, г. Москва

**Островский Ю.П.**

академик НАН

Республики Беларусь, г. Минск

**Попов С.В.**

академик РАН, г. Томск

**Хубулава Г.Г.**

академик РАН, г. Санкт-Петербург

**Абугов С.А.**

член-корреспондент РАН, г. Москва

**Гордеев М.Л.**

член-корреспондент РАН, г. Санкт-Петербург

**Григорьев Е.В.**

член-корреспондент РАН, г. Кемерово

**Попугаев К.А.**

член-корреспондент РАН, г. Москва

**Романов А.Б.**

член-корреспондент РАН, г. Новосибирск

**Ширяев А.А.**

член-корреспондент РАН, г. Москва

**Чарчян Э.Р.**

член-корреспондент РАН, г. Москва

**Чернявский А.М.**

член-корреспондент РАН, г. Новосибирск

**Михайлова Ю.В.**

д.м.н., профессор, г. Москва

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Аксельрод Б.А.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Алшибая М.М.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Аминов В.В.** - к.м.н., г. Челябинск

**Аракелян В.С.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Артюхина Е.А.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Базылев В.В.** - д.м.н., профессор, г. Пенза

**Барбухатти К.О.** - д.м.н., профессор, г. Краснодар

**Богачев-Прокофьев А.В.** - д.м.н., профессор,

г. Новосибирск

**Борщев Г.В.** - д.м.н. профессор, г. Москва

**Веревкин А.С.** - к.м.н., г. Санкт-Петербург

**Давтян К.В.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Жбанов И.В.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Зеленова О.В.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Зеньков А.А.** - д.м.н., г. Астрахань

**Имаев Т.Э.** - д.м.н., г. Москва

**Кадырова М.В.** - к.м.н, г. Москва

**Карпенко А.А.** - д.м.н., профессор, г. Новосибирск

**Клыпа Т.В.** - д.м.н., г. Москва

**Ковалев С.А.** - д.м.н., профессор, г. Воронеж

**Козлов Б.Н.** - д.м.н., профессор, г. Томск

**Козырин К.А.** - к.м.н., г. Москва

**Комаров Р.Н.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Люцко В.В.** - д.м.н., г. Москва

**Малышенко Е.С.** - к.м.н., г. Москва

**Марченко А.В.** - д.м.н., г. Пермь

**Оловянный В.Е.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Пашков К.А.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Россейкин Е.В.** - д.м.н., г. Хабаровск

**Рыбка М.М.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Сапелкин С.В.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Светликов А.В.** - д.м.н., г. Санкт-Петербург

**Сергуладзе С.Ю.** - д.м.н., г. Москва

**Синицын В.Е.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Сирота Д.А.** - д.м.н., г. Новосибирск

**Стерликов С.А.** - д.м.н., г. Москва

**Струнин О.В.** - д.м.н., г. Москва

**Тимина И.Е.** - д.м.н., г. Москва

**Халилулин Т.А.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Чернов И.И.** - д.м.н., г. Астрахань

**Чупин А.В.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Шаталов К.В.** - д.м.н., профессор, г. Москва

**Шнейдер Ю.А.** - д.м.н., профессор, г. Калининград

**Энгиноев С.Т.** - к.м.н., г. Астрахань

**ЗАВЕДУЮЩАЯ РЕДАКЦИЕЙ**

Зотова Е.М.

**НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР**

Попов В.А.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕДАКТОРЫ**

Толорая Н.Г., Шаранда А.В.

**ПЕРЕВОДЧИК**

Попова Н.В.

**КОРРЕКТОР**

Иванова О.И.

**ВЕРСТКА**

Никитин Л.А.

**ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР**

Шутихина И.В.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ**

117997, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

E-mail: editor\_cvd@mail.ru

**УЧРЕДИТЕЛИ:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский  
центр хирургии имени А.В. Вишневского»  
Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Общероссийская общественная организация  
«Российское общество минимально инвазивной хирургии»

Все статьи в журнале рецензируются.

Перепечатка статей возможна только с письменного разрешения  
издательства.

Редакция не несет ответственности за содержание  
рекламных материалов.

**ПОДПИСАНО В ПЕЧАТЬ**

16.03.2026

**ТИРАЖ** 1000 экз.

Периодичность издания – 4 раза в год

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационные номера:  
ПИ №ФС77-90270 от 16 октября 2025 года  
(печатная версия)

ЭЛ №ФС77-90412 от 18 ноября 2025 года  
(электронная версия)

**EDITOR-IN-CHIEF**

**Revishvili A.Sh.**  
MD, PhD, professor, academician of the RAS, Moscow

**DEPUTY EDITOR**

**Popov V.A.**  
MD, PhD, professor, Moscow

**EXECUTIVE SECRETARY**

**Anishchenko M.M.**  
MD, PhD, Moscow

**EDITORIAL COUNCIL**

**Alekyan B.G.**  
MD, PhD, professor, Acad. of the RAS, Moscow

**Belov Y.V.**  
MD, PhD, professor, Acad. of the RAS, Moscow

**Gauthier S.V.**  
MD, PhD, professor, Acad. of the RAS, Moscow

**Kokov L.S.**  
MD, PhD, professor, Acad. of the RAS, Moscow

**Glyancev S.P.**  
MD, PhD, professor, Moscow

**Matskeplishvili S.T.**  
MD, PhD, professor, Acad. of the RAS, Moscow

**Ostrovsky Y.P.**  
MD, PhD, professor, Acad. of NAN, Minsk, Republic of Belarus

**Popov S.V.**  
MD, PhD, professor, academician of the RAS, Tomsk

**Chubulava G.G.**  
MD, PhD, professor, Acad. of the RAS, St. Petersburg

**Abugov S.A.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Moscow

**Gordeev M.L.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, St. Petersburg

**Grigoriev E.V.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Kemerovo

**Popugaev K.A.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Moscow

**Romanov A.B.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Novosibirsk

**Shiryaev A.A.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Moscow

**Charchyan E.R.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Moscow

**Chernyavsky A.M.**  
MD, PhD, professor, Corr. member of the RAS, Novosibirsk

**Mikhailova J.V.**  
MD, PhD, professor, Moscow

**EDITORIAL BOARD MEMBERS**

**Axelrod B.A.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Alshibaya M.M.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Aminov V.V.** - MD, PhD, Chelyabinsk

**Arakelian V.S.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Artyukhina E.A.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Bazylev V.V.** - MD, PhD, professor, Penza

**Barbukhatti K.O.** - MD, PhD, professor, Krasnodar

**Bogachev-Prokofyev A.V.** - MD, PhD, professor, Novosibirsk

**Borchev G.G.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Verevkin A.S.** - MD, PhD, St. Petersburg

**Davtyan K.V.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Zhbanov I.V.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Zelenova O.V.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Zenkov A.A.** - MD, PhD, Astrakhan

**Imaev T.E.** - MD, PhD, Moscow

**Kadirova M.V.** - MD, Moscow

**Karpenko A.A.** - MD, PhD, professor, Novosibirsk

**Klypa E.V.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Kovalev S.A.** - MD, PhD, professor, Voronezh

**Kozlov B.N.** - MD, PhD, professor, Tomsk

**Kozyrin K.A.** - MD, Moscow

**Komarov R.N.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Lyutsko V.V.** - MD, PhD, Moscow

**Malyshenko E.S.** - MD, Moscow

**Marchenko A.V.** - MD, PhD, Perm

**Olaviannyi V.E.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Pashkov K.A.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Rosseikin E.V.** - MD, PhD, Khabarovsk

**Rybka M.M.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Sapelkin S.V.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Svetlikov A.V.** - MD, PhD, professor, St. Petersburg

**Serdguladze S.Y.** - MD, PhD, Moscow

**Sinitsyn V.E.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Sirota D.A.** - MD, PhD, Novosibirsk

**Strunin O.V.** - MD, PhD, Moscow

**Sterlikov S.A.** - MD, PhD, Moscow

**Timina I.E.** - MD, PhD, Moscow

**Khalilulin T.A.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Chernov I.I.** - MD, PhD, Astrakhan

**Chupin A.V.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Shatalov K.A.** - MD, PhD, professor, Moscow

**Shneyder Y.A.** - MD, PhD, professor, Kaliningrad

**Enginoyev S.T.** - MD, Astrakhan

**HEAD OF EDITORIAL STAFF**

Zotova E.M.

**SCIENTIFIC EDITOR**

Popov V.A.

**TECH. EDITORS**

Toloraya N.G., Sharanda A.V.

**TRANSLATOR**

Popova N.V.

**CORRECTOR**

Ivanova O.I.

**LAYOUT**

Nikitin L.A.

**ISSUING EDITOR**

Shutikhina I.V.

**EDITORIAL ADDRESS**

27, Bolshaya Serpukhovskaya str.,  
Moscow, 117997, Russian Federation  
E-mail: editor\_cvd@mail.ru

**FOUNDER:**

Federal state budget institution «National medical research center of surgery named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of health of the Russian Federation

All-Russian Public Organization «Russian Society of Minimally Invasive Surgery» (RSMIS)

All the articles in the journal are reviewed.  
Reprinting of articles is only possible with the written permission of the publisher.

The editors are not responsible for the content of promotional materials.

**SIGNED TO THE PRESS**

16.03.2026

**EDITION** 1000 copies

Periodicity – 4 times a year

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.

Registration numbers:

PI № FS77-90270 dated October 16, 2025 (print version)

EL № FS77-90412 dated November 18, 2025 (electronic version)

**ЮБИЛЕЙ**

АКАДЕМИКУ АМИРАНУ ШОТАЕВИЧУ РЕВИШВИЛИ – 70 ЛЕТ .....8  
АКАДЕМИК АМИРАН РЕВИШВИЛИ: ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА КАРДИОХИРУРГИИ И КАРДИОЛОГИИ  
(К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)  
С.П. Глянецв, В.А. Попов .....9

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ**

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И СРЕДНЕСРОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРОТЕЗА  
АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА «МЕДЛАБ КТ»  
В.В. Базылев, А.Б. Воеводин, А.А. Кузнецова, М.П. Пател, И.Д. Потопальский, В.А. Карнахин .....21  
ЧИСЛЕННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
КОНЦЕПТА СТЕНТ-ГРАФТА КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ (reprint)  
К.Ю. Клышников, Е.А. Овчаренко, М.А. Резвова, Т.В. Глушкова, Л.С. Барбараш .....30

**ОБЗОРЫ**

ИЗМЕНЕНИЯ ТАКТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ  
АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ БЕЗЫМЯННОЙ АРТЕРИИ (reprint)  
Д.Ф. Белоярцев, Д.В. Полянский .....40  
КАРДИОХИРУРГИЯ XXI ВЕКА: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ ПО МЕТОДИКАМ ТЕСАВ И  
МИДСАВ/MICS-SAVG  
Р.Н. Комаров, И.В. Луценко, О.О. Огнев, Е.И. Денисова, А.А. Романовский .....51

**КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ МАЛЬФОРМАЦИЯ СПИНЫ: МЕСТО ЭМБОЛИЗАЦИИ И РЕЗЕКЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ  
В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)  
С.В. Сапелкин, А.Б. Варава, С.А. Кулиев, П.В. Сарыгин, П.М. Садулаева .....61  
УСПЕШНОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ГИГАНТСКОЙ АНЕВРИЗМЫ ГРУДНОЙ АОРТЫ ЧЕРЕЗ ДЕВЯТЬ ЛЕТ  
ПОСЛЕ РЕИМПЛАНТАЦИИ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА (reprint)  
В.В. Аминов, А.В. Кокорин, С.В. Чернов, О.П. Лукин .....69  
КАРДИОНЕЙРОАБЛАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОБАЛЛОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ:  
КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ  
Е.А. Артюхина, Н.М. Кузнецов, Е.Д. Стребкова, А.Ш. Ревшвили .....75

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ** .....82

**ANNIVERSARY**

ACADEMICIAN AMIRAN SHOTAEVICH REVISHVILI IS 70 YEARS OLD .....8  
 ACADEMIC AMIRAN REVISHVILI: HIGHER MATHEMATICS OF CARDIOSURGERY AND CARDIOLOGY  
 (ON THE OCCASION OF HIS 70TH BIRTHDAY)  
 S.P. Glyantsev, V.A. Popov .....9

**ORIGINAL ARTICLES**

IMMEDIATE AND MID-TERM OUTCOMES OF TRANSCATHETER AORTIC  
 VALVE REPLACEMENT USING THE POLYMERIC MEDLAB CT VALVE PROSTHESIS  
 Vladlen V. Bazylev, Andrey B. Voevodin, Alena A. Kuznetsova, Michir P. Patel,  
 Ivan D. Potopalsky, Vadim A. Karnakhin .....21  
 NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF A CORONARY ARTERY  
 STENT-GRAFT CONCEPT (reprint)  
 K.Yu. Klyshnikov, E.A. Ovcharenko, M.A. Rezvova, T.V. Glushkova, L.S. Barbarash .....30

**REVIEWS**

CHANGES IN SURGICAL MANAGEMENT STRATEGIES  
 FOR ATHEROSCLEROTIC DISEASE OF THE INNOMINATE ARTERY (reprint)  
 Dmitry F. Beloyartsev, Dmitry V. Polyansky .....40  
 CARDIAC SURGERY IN THE 21ST CENTURY: A LITERATURE REVIEW OF THE RESULTS OF OPERATIONS  
 USING THE TECAB AND MIDCAB/MICS-CABG METHODS  
 R.N. Komarov, I.V. Lutsenko, O.O. Ognev, E.I. Denisova, A.A. Romanovsky .....51

**CLINICAL OBSERVATIONS**

ARTERIOVENOUS MALFORMATION OF THE BACK: THE SITE OF EMBOLIZATION AND RESECTION INTERVENTIONS  
 IN THE TREATMENT OF PATIENTS (CLINICAL CASE)  
 Sapelkin Sergey V., Varava Aleksey B., Kuliev Seifudin A., Sarygin Pavel V., Sadulaeva Petimat M. ....61  
 SUCCESSFUL SURGICAL TREATMENT OF A GIANT THORACIC AORTIC ANEURYSM NINE YEARS  
 AFTER AORTIC VALVE REIMPLANTATION (reprint)  
 Vladislav V. Aminov, Alexander V. Kokorin, Sergey V. Chernov, Oleg P. Lukin .....69  
 CARDIONEUROABLATION USING CRYOBALLON TECHNOLOGY: A CLINICAL CASE  
 E.A. Artyukhina, N.M. Kuznetsov, E.D. Strebkova, A.Sh. Revishvili .....75

**RULES FOR AUTHORS** .....82

# Проверенный выбор хирургов

## BioGlue®

Surgical Adhesive

Клей одобренный  
хирургическим  
сообществом для  
**склеивания,  
герметизации  
и укрепления тканей**



## Новое!

Только что зарегистрирован  
аппликатор, позволяющий наносить  
клей, тонкой широкой полоской.



Представитель в России  
ООО «Фирма «Финко»  
Тел./факс: +7 (495) 640-34-55  
[www.bioglue.ru](http://www.bioglue.ru)  
[www.fincomed.com](http://www.fincomed.com)

ARTIVION™  
Formerly CryoLife® | Jotec®

# Думай по-новому!

## Комплексный подход

**B | BRAUN**  
SHARING EXPERTISE

Инструменты  
Valve XS

Клиппликаторы  
и клипсы

Лигирование

Сшивающий аппарат  
SELC

9 РЕШЕНИЙ  
для MICS

Шовные  
материалы

Ретракторы

Контейнерные  
системы

Пневматический  
держатель  
Unitrac®

3D EinsteinVision®



ООО «Б. Браун Медикал»

196128, Санкт-Петербург, а/я 34, e-mail: office.spb.ru@bbraun.com

Тел.: +7 (812) 320-40-04

117246, Москва, Научный проезд, д. 17, оф. 10-30, тел.: +7 (495) 777-12-72



[www.bbraun.ru](http://www.bbraun.ru)



[www.vk.com/bbraunrussia](http://www.vk.com/bbraunrussia)



[www.t.me/bbraun\\_ru](http://www.t.me/bbraun_ru)



## АКАДЕМИКУ АМИРАНУ ШОТАЕВИЧУ РЕВИШВИЛИ – 70 ЛЕТ

11 февраля 2026 г. исполнилось 70 лет со дня рождения генерального директора ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России, главного внештатного хирурга и эндоскописта РФ, лауреата Государственных премий СССР и РФ и двух премий Правительства РФ, кавалера ордена «За заслуги перед Отечеством» III ст., президента Всероссийского научного общества аритмологов и Российского общества минимально инвазивной хирургии, главного редактора журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия», академика РАН Амира́на Шотаевича Ревিশвили — выдающегося кардиохирурга и ученого с мировым именем, крупного педагога, организатора медицинской науки и здравоохранения, одного из основателей хирургической и интервенционной аритмологии в России.

Его жизненный и трудовой путь был прост и непрост одновременно. На первый взгляд, все складывалось успешно: с отличием окончил среднюю школу и институт, поступил в академическую аспирантуру в престижный Институт сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева АМН СССР, рано защитил кандидатскую и докторскую диссертации, стал самым молодым в стране лауреатом Государственной премии СССР.

Затем — профессура, заведование отделением хирургического лечения тахикардий НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. В 50 лет — заслуженный деятель науки, в 55 лет — академик, в 60 — директор одного из самых известных в стране и в мире Института (с 2017 г. — НМИЦ) хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России.

Но за всем этим стоит громадный труд, настойчивость в преодолении трудностей, принятие непростых решений. Ведь когда Амиран Шотаевич начинал свой путь в аритмологию, в СССР не было ни электрофизиологических приборов, ни аритмологических центров, делались единичные операции на проводящих путях и импланти-

ровались однокамерные электрокардиостимуляторы на литиевых батареях.

Потребовалось время и сила характера профессора, а затем — академика Ревিশвили для того, чтобы со временем в стране появились и современная, оригинальная, не имеющая аналогов в мире аппаратура для обнаружения аритмогенных зон, и выполненные им первые в мире катетерные процедуры при жизнеугрожающих аритмиях, и новая хирургическая специальность — хирургическая и интервенционная аритмология, которую сегодня осваивают сотни и тысячи его учеников и последователей.

Велик вклад А.Ш. Ревিশвили в развитие отечественной хирургии как главного хирурга страны. Сегодня без его лекций и докладов не обходится ни один значимый хирургический конгресс или съезд. Под его руководством НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского вернул себе бывший авторитет передового хирургического учреждения России, в котором оказывается высокотехнологичная помощь населению страны, включая жителей ДНР, ЛНР, Херсонской и Запорожской областей, военнослужащих из зоны СВО.

Удивительно цельно сложилась личная жизнь юбиляра. Будучи студентом, почти полвека назад Амиран Шотаевич познакомился со своей супругой Кесо Гурамовной. Супруги вырастили двух замечательных детей, названных по именам отца и мамы Амира́на Шотаевича — Нино и Шота. Подрастает маленькая внучка.

*Редколлегия журнала «Минимально-инвазивная сердечно-сосудистая хирургия» от души поздравляет Амира́на Шотаевича с Юбилеем – праздником, наполненным теплом сердец коллег, пациентов и близких вам людей. Вы щедро делитесь ярким светом знаний, добротой души и высочайшим профессионализмом с теми, кого встречаете на своем пути, и это по-настоящему вдохновляет всех нас, ваших коллег.*

3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки)  
3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## АКАДЕМИК АМИРАН РЕВИШВИЛИ: ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА КАРДИОХИРУРГИИ И КАРДИОЛОГИИ (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

\*С.П. Глянецв<sup>1,2</sup>, В.А. Попов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава РФ (Сеченовский Университет)

<sup>3</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Глянецв Сергей Павлович (Sergey P. Glyantsev), e-mail: spglyantsev@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена жизни и деятельности выдающегося российского кардиохирурга и ученого, крупного педагога, организатора медицинской науки и здравоохранения, академика РАН А.Ш. Ревшвили. Описаны основные вехи его научного и практического пути от выпускника 1-го МОЛМИ им. И.М. Сеченова до генерального директора старейшего академического хирургического учреждения страны – НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского, от аспиранта до академика РАН, от врача — сердечно-сосудистого хирурга до одного из основателей хирургической и интервенционной аритмологии в России. Показана международная известность его трудов в области диагностики и хирургии нарушений ритма и проводимости сердца, профилактики внезапной смерти, его достижения как организатора профессиональных сообществ, научных форумов, главного хирурга и эндоскописта Минздрава России, создателя школы кардиологов и кардиохирургов в области кардиохирургии и клинической аритмологии.

**Ключевые слова:** кардиология, кардиохирургия, нарушения ритма сердца, хирургическая и интервенционная аритмология, А.Ш. Ревшвили, НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского, главный хирург и эндоскопист России.

**Для цитирования.** С.П. Глянецв, В.А. Попов, «АКАДЕМИК АМИРАН РЕВИШВИЛИ: ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА КАРДИОХИРУРГИИ И КАРДИОЛОГИИ (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 9–20.

### ВВЕДЕНИЕ

Ревшвили Амиран Шотаевич (**рис. 1**) родился 11 февраля 1956 года в Москве, в районе Измайлово в семье Шота Яковлевича и Нины Ивановны Ревшвили (Комаровой). Его отец — Шота Яковлевич, трудился инженером-строителем, мама — Нина Ивановна, была учительницей и директором школы (**рис. 2**), а бабушка — Екатерина Михайловна Комарова работала в Московской городской больнице №57 (ныне ГКБ им. Д.Д. Плетнева). Рассказы бабушки о работе во многом повлияли на решение А.Ш. Ревшвили стать врачом.

В 1973 году, окончив с отличием среднюю школу в Тбилиси, куда семья Ревшвили переехала из Москвы, Амиран Шотаевич вернулся в столицу, где поступил на 2-й лечебный факультет в 1-й МОЛМИ им. И.М. Сеченова (**рис. 3**). В институте занимался спортом (играл в баскетбол в составе студенческой команды на первенстве СССР среди ВУЗов), был заместителем председателя студенческого профкома, изучил английский язык (в школе освоил французский). По всем предметам учился только на «отлично» и на 6-м курсе стал Ленинским стипендиатом. Это дало возможность не только остаться в Москве (столичной прописки у него не было), но и поступить в аспирантуру в один из академических научно-исследовательских институтов. Амиран Шотаевич выбрал сердечно-сосудистую хирургию.

Летом 1979 года молодой врач с красным дипломом и направлением в академическую аспирантуру отправился на Ленинский проспект в Институт сердечно-сосудистой



**Рис. 1.** Академик РАН Ревшвили Амиран Шотаевич, 2024 г.



**Рис. 2.** Шота Яковлевич и Нина Ивановна Ревшвили с сыновьями Амираном (слева) и Сашей, 1969 г.

хирургии им. А.Н. Бакулева (ИССХ) АМН СССР. Директор института академик АМН СССР В.И. Бураковский не хотел брать не прошедшего у него клиническую ординатуру аспиранта, но когда настойчивый претендент сдал экзамены лучше ординаторов, В.И. Бураковский зачислил его на дополнительное место.

В аспирантуре А.Ш. Ревшвили увлекся вопросами диагностики и лечения аритмий. Как оказалось, на всю жизнь. Выполнять научные исследования он стал в только что открытом, единственном в стране отделении хирургического лечения нарушений ритма сердца, которым руководил лауреат Ленинской премии профессор Л.А. Бокерия (рис. 4). В эти годы в мире начала бурно развиваться хирургическая аритмология. Лечить жизнеугрожающие тахикардии стали при помощи скальпеля или катетерных технологий. В год поступления А.Ш. Ревшвили в аспирантуру, J. Cox провел первую в мире операцию изоляции предсердий при наджелудочковой тахикардии, а в 1981 году J. Gallagher и M. Scheinman разработали метод устранения аритмий путем создания предсердно-желудочковой блокады при помощи катетера с последующей имплантацией электрокардиостимулятора. Так А.Ш. Ревшвили оказался



**Рис. 3.** А.Ш. Ревшвили (4-й слева) — студент 1-го МОЛМИ им. И.М. Сеченова, 1974 г.



**Рис. 4.** А.Ш. Ревшвили — аспирант ИССХ им. А.Н. Бакулева АМН СССР со своим учителем профессором Л.А. Бокерией, 1980 г.

в нужное время, в нужном месте и нужным человеком. Его кандидатская диссертация была посвящена разработке в эксперименте техники операции электрической изоляции левого предсердия при наджелудочковой тахикардии. В то время аппаратуры для электрофизиологических исследований (ЭФИ) сердца в СССР не было, и конструировать ее пришлось самому. С помощью инженера Ю.Г. Авалиани был сделан первый в стране программатор, хранящийся ныне в Музее сердечно-сосудистой хирургии НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России. В результате молодой ученый не только выполнил приоритетное исследование, но и доказал (это было важно для внедрения операции в клинику), что изоляция левого предсердия, устраняя аритмию, не влияет на функцию остальных камер сердца. Выбранная для разработки из полутора десятков новых технологий того времени операция изоляции левого предсердия как источника эктопической тахикардии оказалась крайне перспективной. Со временем было установлено, что причиной большинства аритмий являются легочные вены и миокард левого предсердия.

В 1982 году после окончания аспирантуры, защиты дис-

сертации и присуждения ученой степени кандидата медицинских наук А.Ш. Ревшвили был принят на работу в ставшее ему родным отделение хирургического лечения нарушений ритма сердца на должность младшего научного сотрудника. Вместе с коллегами одним из первых в стране он начал осваивать технику хирургических и катетерных вмешательств на сердце при аритмиях, а в 1983 г. впервые в мире выполнил фулгурацию зоны re-entry<sup>1</sup> при трепетании предсердий у ребенка после операции по поводу дефекта межпредсердной перегородки. Так в нашей стране началась интервенционная аритмология.

В 1985 году в Москве прошел 1-й Всесоюзный симпозиум по хирургическому лечению сложных нарушений ритма сердца. С докладом по хирургии аритмий, сочетающихся с пороками сердца, выступил Л.А. Бокерия, выполнивший к тому времени несколько приоритетных операций на проводящей системе сердца и дополнительных путях проведения возбуждения от предсердий к желудочкам. О лечении наджелудочковых тахикардий методом чрезвенозной электроимпульсной деструкции сообщил А.Ш. Ревшвили. Так учитель и ученик выбрали свои пути в аритмологии и свои инструменты для лечения аритмий: Лео Антонович — скальпель, Амиран Шотаевич — катетер и скальпель.

В 1986 году «За разработку и внедрение в клиническую практику новых методов диагностики и хирургического лечения тахикардий» 29-летнему А.Ш. Ревшвили вместе с Л.А. Бокерией и двумя кардиологами из Литвы была присуждена Государственная премия СССР в области техники. Так юбиляр стал самым молодым в стране лауреатом этой второй по значимости (после Ленинской премии) награды. Но почивать на лаврах лауреат не стал. Интенсивная научная и практическая работа продолжилась в еще большем темпе.

В 1989 году А.Ш. Ревшвили защитил докторскую диссертацию на тему «Электрофизиологическая диагностика и хирургическое лечение наджелудочковых тахикардий». В работе, усовершенствовав методы электрофизиологической диагностики узловых и эктопических наджелудочковых тахикардий (включая метод многоканального наружного картирования), диссертант сравнил методы их хирургического лечения путем чрезвенозного и чрезортогонального (эндокардиальная фулгурация) с трансортогональным (эпикардиальная фулгурация и криодеструкция) устранением аритмогенных зон в предсердиях, а также нормальных («пучок Гиса») и дополнительных («пучок Кента») путей проведения возбуждения со сравнительной оценкой ближайших и отдаленных результатов. При этом устранение тахикардии купировало функциональные проявления аритмогенной кардиомиопатии. Сопутствующие аритмии врожденные пороки были скорректированы у 78 пациентов, приобретенные — у 22 больных и ИБС — у 10 человек (всего у 110 или 21,3% больных с наджелудочковыми тахикардиями). Отметим,

что одномоментную с устранением аритмий коррекцию заболеваний, пороков сердца и ИБС А.Ш. Ревшвили стал проводить одним из первых в мире (рис. 5).

В 1990 году А.Ш. Ревшвили как перспективного молодого ученого (ему исполнилось 34 года) отправили на стажировку в США. Целый год он провел в «сердце» мировой аритмологии — в отделе хирургии Медицинского центра Дьюкского университета (Duke University Medical Center, Durham, North Carolina), где за 20 лет до этого, в 1968 г., W.C. Sealey впервые в мире пересек скальпелем «пучок Кента» при синдроме Вольфа-Паркинсона-Уайта. Год стажировки не прошел даром. На Родину молодой ученый вернулся с багажом из нескольких коробок, наполненных ксерокопиями самых актуальных материалов по хирургической и интервенционной аритмологии со всего мира.

В 1991 году А.Ш. Ревшвили был избран старшим научным сотрудником отделения хирургического лечения нарушений ритма сердца и в том же году выполнил серию первых в России операций при предсердных и желудочковых тахикардиях — имплантацию одножелудочкового кардиовертера-дефибриллятора с трансвенозным проведением электродов, операцию «коридор» при фибрилляции предсердий и операцию изоляции правого предсердия при наджелудочковой тахикардии.

Интервенционные вмешательства при аритмиях у боль-



Рис. 5. А.Ш. Ревшвили — доктор медицинских наук, 1989 г.

<sup>1</sup> Re-entry (англ. — повторный вход волны возбуждения) — механизм возникновения аритмий, при котором электрический импульс не затухает, а циркулирует по замкнутому кругу, возвращаясь к исходной точке и повторно возбуждая миокард.



**Рис. 6.** Профессор А.Ш. Ревишвили (крайний слева) с хирургической бригадой после первой в мире имплантации двухкамерного кардиовертера-дефибриллятора. Москва, 3 апреля 1996 г.

ных с пороками сердца потребовали освоения других разделов кардиохирургии.

В 1993 году А.Ш. Ревишвили вновь отправился в США. На этот раз — в Мекку хирургии сердца и сосудов, в отдел торакальной и сердечно-сосудистой хирургии Кливлендской клиники (Cleveland Clinic Foundation, Cleveland, Ohio). Клиника была известна тем, что в 1930-е гг. в ней впервые в США начались операции непрямой реваскуляризации миокарда, а пионер этих технологий С. Векс стал первым в США профессором по сердечно-сосудистой хирургии. В 1947 г. в этой клинике С. Векс. выполнил первую в мире дефибрилляцию сердца, а в 1967 г. R. Favalo провёл первые в мире операции аортокоронарного шунтирования.

В 1994 году у доктора медицинских наук А.Ш. Ревишвили появились первые «остепенённые» ученики, а в 1996 г., в год 40-летия, ему было присвоено ученое звание профессора по специальности «сердечно-сосудистая хирургия». С 1995 г. по январь 2016 г. профессор А.Ш. Ревишвили заведовал отделением хирургического лечения тахикардий

НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Освоив операции при пороках сердца и при ИБС, сопровождавшихся аритмиями, почувствовав уверенность в своих силах, в 1996 г. А.Ш. Ревишвили впервые в мире с целью профилактики внезапной смерти имплантировал больному с желудочковой тахикардией двухкамерный кардиовертер-дефибриллятор (**рис. 6**). Этот «умный» прибор мог отслеживать внезапные приступы тахикардии в правом предсердии и правом желудочке, различать их локализацию и подавать разряд в случае их появления в ту камеру, миокард которой был причиной аритмии. Но приоритет А.Ш. Ревишвили состоял не только в выполнении операции. Он принял непосредственное участие в разработке этого устройства. Дело в том, что немецкая компания Biotronik сделала его по алгоритму, разработанному А.Ш. Ревишвили!

В том же году впервые в мире А.Ш. Ревишвили имплантировал кардиовертер-дефибриллятор с тремя электродами: однополярным — для правого предсердия, многофункциональным — для ресинхронизации предсердий, дефибрилляции при мерцательной аритмии и стимуляции левого желудочка, и биполярным — для шоковой терапии при фибрилляции правых отделов сердца.

Таким образом, прибор контролировал сокращения всех четырех камер и стимулировал их в случаях необходимости. Автор назвал это устройство «многокамерным». Так началась мировая известность российского ученого.

С 1998 г. по 2015 г. включительно А.Ш. Ревишвили трудился (по совместительству) заместителем директора Центра хирургической и интервенционной аритмологии Минздрава России. На базе этого центра в рамках Всероссийской школы-семинара (с международным участием) по клинической электрофизиологии, интервенционной и хирургической аритмологии и кардиостимуляции началась (и продолжается до сих пор!) подготовка российских



**Рис. 7.** Академик РАМН Л.А. Бокерия и профессор А.Ш. Ревишвили с участниками Всероссийской школы-семинара (с международным участием) по клинической электрофизиологии, интервенционной и хирургической аритмологии и кардиостимуляции. Москва, ноябрь 2016 г.

кардиологов и кардиохирургов по клинической аритмологии, включающей проведение ЭФИ, знакомство с техникой открытых и катетерных вмешательств при предсердных и желудочковых тахикардиях, имплантации электрокардиостимуляторов и кардиовертеров-дефибрилляторов. Количество специалистов, которых в 1960-1970-е гг. были единицы, на сегодняшний день превысило 1,500 человек (рис. 7).

В 2002 году А.Ш. Ревшвили с коллегами организовал Всероссийское научное общество специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции (Всероссийское научное общество аритмологов, ВНОА) и был избран его президентом, став, таким образом, лидером кардиологов-аритмологов и кардиохирургов-аритмологов России. Одновременно он возглавил редакцию журнала «Вестник аритмологии», входящего в российские и ведущие международные базы данных.

В 2002 году А.Ш. Ревшвили был избран членом-корреспондентом РАМН по специальности «клиническая физиология», в 2006 г. ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», в 2011 г. коллеги избрали его академиком РАМН, а в 2013 году Общее собрание членов РАН присвоило звание академика РАН. Ревшвили А.Ш. является членом Бюро отделения медицинских наук РАН.

В 2004 году А.Ш. Ревшвили впервые в мире имплантировал больному с жизнеугрожающей тахикардией трехкамерный кардиовертер-дефибриллятор с дистанционным мониторингом, позволяющим врачу в режиме on-line наблюдать за состоянием сердца пациента и работоспособностью имплантированного устройства, в разработке

алгоритма работы которого он также принял участие. С 2005-2025 гг. под руководством президента ВНОА Ревшвили А.Ш. было проведено 11 Всероссийских съездов аритмологов, на каждом из которых присутствовало от 1000 и более человек, включая крупнейших кардиологов, кардиохирургов и аритмологов России, и от 30 и более иностранных гостей. Без преувеличения можно сказать, что эти съезды, последний из которых прошел в 2025 г. в Красноярске, представляют собой аритмологические форумы мирового уровня (рис. 8).

В настоящее время ВНОА объединяет более 1300 специалистов из разных уголков нашей страны (порядка 90% всех аритмологов). Все они были подготовлены под руководством и при непосредственном участии юбиляра, поэтому в известном смысле их можно назвать его учениками, представителями аритмологической школы академика А.Ш. Ревшвили.

В течение многих лет основным направлением научных исследований и практической деятельности А.Ш. Ревшвили является изучение клинической электрофизиологии сердца. Он один из первых изучил электрофизиологические механизмы наджелудочковых аритмий (трепетание и фибрилляция предсердий, синдром предвозбуждения желудочков), предложил авторские алгоритмы их диагностики.

А.Ш. Ревшвили впервые описал аритмогенную дисплазию правого предсердия, приводящую к трепетанию предсердий, и разработал методику его лечения с помощью крио- или радиочастотной деструкции. Он разработал и внедрил в клиническую практику ряд оригинальных операций на работающем сердце у больных с фибрилляцией предсердий (операция «лабиринт-V»),



**Рис. 8.** Член-корреспондент РАМН Амиран Шотаевич Ревшвили с участниками секции «История отечественной аритмологии глазами очевидцев» на I Всероссийском съезде аритмологов (слева направо): 1-й ряд — Д.Ф. Егоров (С.-Петербург), Ф.Б. Вотчал (Москва), Е.В. Колпаков (Москва), В.П. Поляков (Самара), В.А. Сулимов (Москва), А.Ш. Ревшвили, Ю.Ю. Бредикис (Каунас, Литва), В.П. Евдокимов (Челябинск), Л.В. Розенитраух (Москва). 17 июня 2005 г.



**Рис. 9.** Система для неинвазивного картирования сердца «Амикард-01». ЦВМТ НМИЦ хирургии им. А.Н. Бакулева, 2024 г.

получил приоритетные данные об электрофизиологическом и анатомическом субстрате наджелудочковых и некороноарогенных желудочковых аритмий, в том числе у детей с пороками сердца. Под его руководством и при непосредственном участии изучены механизмы формирования жизнеугрожающих тахикардий у новорожденных и детей первого года жизни.

В 2000-2010-е гг. Амиран Шотаевич возглавил разработку оригинальной методики исследования сердца — многоканального неинвазивного электрофизиологического картирования (система «Амикард») (рис. 9). В настоящее время эта методика используется не только в ведущих российских клиниках, но и ряде клиник Европы. На технологию получено 3 патента РФ, 3 патента США и патент Германии.

Ревишвили Амиран Шотаевич обладает российским приоритетом имплантации больному однокамерного кардиовертера-дефибриллятора с трансвенозным введением электродов (1991), мировыми приоритетами имплантации двухкамерного кардиовертера-дефибриллятора (1996) (рис. 10) и трехкамерного кардиовертера-дефибриллятора с дистанционным контролем (2004).

В 1996 году он впервые в мире имплантировал в клинике многокамерный кардиовертер-дефибриллятор, в конструкции которого использован предложенный им алгоритм SMART, подтвержденный семью патентами России, США и Германии. Эти устройства использовались для контроля желудочковых тахикардий и профилактики внезапной сердечной смерти у тысяч пациентов во многих странах мира.



**Рис. 10.** Двухкамерный кардиовертер-дефибриллятор «Phylax-06», Biotronik, Germany. Музей НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России, 2022 г.

Ревишвили А.Ш. с коллегами предложили новый метод дифференцированного подхода к лечению генетически детерминированных жизнеугрожающих желудочковых аритмий, позволяющий с помощью методов ДНК-диагностики и изучения фенотипической вариабельности определять более эффективный метод профилактики внезапной сердечной смерти с использованием имплантируемых устройств и геноспецифической терапии.

На сегодняшний день сфера научных интересов А.Ш. Ревишвили объединяет гибридные технологии хирургического и интервенционного лечения пациентов всех возрастов с нарушениями ритма и проводимости сердца, в том числе с пороками и ишемической болезнью сердца, а также инновационные подходы в этой области, например, неинвазивную стереотаксическую радиоабляцию аритмогенных зон в сердце. Научные труды и достижения А.Ш. Ревишвили имеют мировую известность. Он является членом Всемирного общества по стимуляции и электрофизиологии, членом Правления Европейского общества аритмологов, членом Европейской рабочей группы по клинической электрофизиологии и кардиостимуляции, членом Американской ассоциации торакальных хирургов.

12 января 2016 года по предложению министра здравоохранения РФ В.И. Скворцовой А.Ш. Ревишвили возглавил старейшее академическое и ведущее хирургическое учреждение страны - ФГБУ «Институт (с 2018 г. - Национальный медицинский исследовательский центр хирургии (НМИЦ)) хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (рис. 11).



**Рис. 11.** Академик РАН Амиран Шотаевич Ревишвили - генеральный директор НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневого, 2018 г.

Одновременно с 2017 г. А.Ш. Ревишвили является главным внештатным хирургом и эндоскопистом Минздрава РФ. За прошедшие 10 лет главный хирург России Амиран Ревишвили сделал многое не только для развития НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневого (далее — Центр) как федерального государственного бюджетного учреждения, оказывающего поливалентную и высокотехнологичную медицинскую помощь по профилю «хирургия», но и для развития хирургической помощи населению страны в целом.

В самом начале нового служения А.Ш. Ревишвили реанимировал научные исследования по истории Центра, инициировал создание экспозиции портретов выдающихся сотрудников Центра разных лет, написание и издание фундаментальных трудов к 75-летию и 80-летию Центра, иллюстрированных научных биографий (фотоальбомов) А.В. и А.А. Вишневских, М.И. Кузина и В.П. Демихова, организовал и провел несколько научных конференций, посвященных жизни и деятельности А.В. и А.А. Вишневских, В.Д. Федорова, Д.С. Саркисова, Т.М. Дарбиняна, А.А. Адамяна, 80-летию НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневого и 150-летию Московского хирургического общества.

В короткие сроки был завершён длившийся в течение многих лет ремонт корпусов бывшего Богдельного дома П.М. Третьякова, бывшей Александровской больницы и 17-этажного лабораторно-клинического корпуса, построенного в 1971 г. А.А. Вишневым и с того времени практически не ремонтировавшегося. Облицованный панелями лазурного цвета со светящейся надписью по фронтому здания, этот корпус является архитектурной



**Рис. 12.** Центр высоких медицинских технологий НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневого Минздрава России, 2024 г.

доминантой Замоскворечья, привлекая внимание москвичей и гостей столицы.

Сегодня хирурги Центра под руководством А.Ш. Ревишвили оказывают высококвалифицированную хирургическую помощь по 14 из 16 направлений, включая высокотехнологичную хирургию сердца и сосудов, хирургическую и интервенционную аритмологию, торакальную и абдоминальную хирургию, онкологию, урологию, травматологию и ортопедию, герниологию (в том числе с использованием эндоскопических и роботических технологий), а также пластическую хирургию, маммологию, вульнерологию, комбустиологию, трансфузиологию, анестезиологию, реаниматологию, методы лабораторных и бактериологических исследований и др. В центре трудятся 290 врачей и научных сотрудников. Им помогают 470 медсестер и санитарок, технический персонал.

Огромной заслугой генерального директора Центра академика РАН А.Ш. Ревишвили стало создание сплоченного коллектива единомышленников, направленного на созидательную деятельность по спасению жизни и здоровья россиян. Не случайно НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневого уверенно удерживает лидирующие позиции в стране по хирургической и интервенционной аритмологии, гепатопанкреатобилиарной хирургии, хирургии обширных ран и ожогов, оказывая, в том числе, помощь раненым в зоне СВО.

В 2022 году среди корпусов бывшего Больничного городка Московского купеческого общества в Замоскворечье появилось здание Центра высоких медицинских технологий (ЦВМТ), оснащенное на мировом уровне, в котором хирурги НИИЦ хирургии им. А.В. Вишневого оказывают помощь пациентам с заболеваниями и пороками сердца, с аритмиями различного генеза, урологическим больным и тем, кто нуждается в рентгенэндоваскулярных процедурах на сердце и сосудах (рис. 12).

Центр высоких медицинских технологий оборудован

несколькими операционными, оснащенными системами для визуальной диагностики аритмий, торакоскопической аппаратурой, робот-ассистированной хирургической системой Da Vinci последнего поколения. На базе ЦВМТ создан Центр хирургической и интервенционной аритмологии, включающий гибридные операционные, диагностическую службу и отделение, оснащенное роботизированной системой для неинвазивной кардиохирургии с использованием линейного ускорителя для доставки высокой дозы излучения в зону источника аритмии с минимальным воздействием на здоровые ткани (КиберНОЖ).

Армия хирургов и эндоскопистов России приняла нового лидера. Регулярные встречи с главными хирургами регионов, включая новые территории, доклады на Конгрессах и Съездах российских хирургов о состоянии хирургической помощи в Российской Федерации, издание ежегодных статистических сборников «Хирургическая помощь в Российской Федерации» и клинических рекомендаций, регулярные заседания профильных комиссий Минздрава России (рис. 13) оказывают благотворное влияние на поступательное развитие хирургии в нашей стране в современных условиях.

В рамках реализации федерального проекта «Развитие сети национальных медицинских исследовательских центров и развитие инновационных технологий» под руководством А.Ш. Ревивили сотрудники НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого осуществляют организационно-методическое руководство хирургической службой 89 субъектов РФ по профилю «хирургия», регулярно направляя специалистов в служебные командировки в различные регионы России, а также в ДНР, ЛНР, Херсонскую и Запорожскую области. Одними из первых в стране сотруд-

ники Центра начали и продолжают оказывать гуманитарную, организационно-методическую и практическую помощь жителям и медицинским работникам новых регионов, участвуют в открытии медицинских учреждений, оказывают медицинскую помощь населению и участникам СВО на местах. В Центре выделены койки для оказания медицинской помощи военнослужащим, на которых пролечено свыше 900 человек.

С 2016 года в стенах НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого регулярно проходит всемирно известная Международная конференция по минимально инвазивной кардиохирургии и аритмологии — AMICS (Minimally Invasive Cardiac Surgery and Surgical Arithmology). Инициатором проведения этого одного из наиболее авторитетных в России сегодня кардиохирургических форумов, стал А.Ш. Ревивили.

«Уникальность этого форума состоит в том, что впервые в мировой практике в одном зале собираются специалисты разных направлений сердечно-сосудистой хирургии, которые обычно живут и работают изолированно друг от друга: открытой кардиохирургии, эндовидеоскопической миниинвазивной кардиохирургии, интервенционной и хирургической аритмологии, рентгенэндоваскулярной хирургии, — сказал в одном из интервью А.Ш. Ревивили. Иными словами, представители всех этапов эволюции хирургии сердца и сосудов — от большого разреза до операций без травмы. Наша задача — показать друг другу возможности полного спектра современных подходов к лечению пациентов с заболеваниями сердца, объединить наши знания и силы в интересах пациентов».

В 2025 году в стенах НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого прошла X Юбилейная Конференция AMICS-2025, собравшая более 100 ведущих экспертов из России и 20 стран мира (рис. 14). Сердцем форума являются два



**Рис. 13.** Участники заседания комиссии МЗ РФ по профилю «хирургия» (слева направо): 1-й ряд — академик РАН В.А. Кубышкин (5), академик РАН А.Ш. Ревивили (6), профессор В.П. Сажин (7), доктор медицинских наук В.Е. Оловянный (8), профессор А.В. Федоров (10), член-корреспондент РАН О.Э. Луцевич (11), 2018 г.

сопредседателя — А.Ш. Ревшвили (Россия) и J. Cox (США) (рис. 15), а его душой — специалисты-аритмологи со всех уголков России. Отличительная черта AMICS — особое внимание к инновационным технологиям и тенденциям развития кардиохирургии и аритмологии. Девиз AMICS — «Инновации, технологии, развитие». Особенность форума — рассмотрение проблемы патологии сердца с разных точек зрения: диагностической, кардиологической, анестезиологической, хирургической, интервенционной, в результате чего вырабатывается комплексное решение.

С 2020 года А.Ш. Ревшвили возглавляет кафедру ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского РМАНПО, сотрудники которой готовят специалистов в области хирургии сердца и сосудов, рентгенэндоваскулярной хирургии и аритмологии. За прошедшие годы на кафедре прошли усовершенствование и получили сертификаты свыше 1000 врачей. Для сравнения укажем: если в 1981 г. в РСФСР существовал один единственный центр диагностики и лечения аритмий, в котором начинал работать А.Ш. Ревшвили, хирурги которого проводили всего по несколько десятков операций в год, то сегодня таких центров в России — 132, а количество проводимых в них ежегодно аритмологических вмешательств достигает 40,000. И в этом тоже есть огромная заслуга юбиляра.

В мае 2018 года в программной лекции с трибуны XIV Международного конгресса «Navigating the Maze» (Барселона, Испания) впервые в мире А.Ш. Ревшвили сформулировал оригинальную концепцию «All in one» в противоположность концепции «Heart team». Подход «All in one» предполагает, что один врач обладает знаниями и опытом выполнения разных вариантов лечения какого-либо заболевания или порока сердца. Эта концепция отражает уникальность А.Ш. Ревшвили как единственного в мире специалиста, владеющего всеми видами кардиохирургических вмешательств — открытыми, торакоскопически и эндоваскулярными (катетерными).

17 апреля 2020 г. на базе НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского в рекордно короткое время был развернут Госпиталь COVID-19. За время пандемии сотрудники Центра под руководством А.Ш. Ревшвили пролечили более 500 паци-

ентов COVID-19. Из них 196 человек (47,4%) были в возрасте 60 лет и старше, 156 (37,7%) потребовали проведения реанимационных мероприятий или интенсивной терапии, из них более половины находились на искусственной вентиляции легких. 21 июня 2020 года «за большой вклад в борьбу с коронавирусной инфекцией (COVID-19), самоотверженность и высокий профессионализм, проявленные при исполнении врачебного долга» более 80 сотрудников, включая А.Ш. Ревшвили, были награждены государственными наградами Российской Федерации, наградами города Москвы, общественными поощрениями.

В декабре 2021 года НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России и НМИЦ высоких медицинских технологий (ЦВКГ № 3) им. А.В. Вишневского Минобороны России и по инициативе академика РАН А.Ш. Ревшвили и генерал-майора медицинской службы А.В. Есипова провели первые совместные «Вишневские чтения», посвященные основателям двух учреждений, выдающимся советским хирургам А.В. и А.А. Вишневым. Участники чтений, чтя память и заслуги своих основателей, подводят итоги современного состояния гражданской и военно-полевой хирургии и намечают пути их развития в будущем. В 2024 году чтения были посвящены 150-летию со дня рождения А.В. Вишневского. В 2026 году пройдут чтения, посвященные 120-летию А.А. Вишневского.

В 2023 году по инициативе А.Ш. Ревшвили было создано новое сообщество российских хирургов — Российское общество минимально инвазивной хирургии (РОМИХ), которое издает журнал «Минимально-инвазивная сердечно-сосудистая хирургия». Президентом РОМИХ и главным



Рис. 14. Баннер XV Юбилейной Международной конференции AMICS-2025, 2025 г.



Рис. 15. Сопредседатели AMICS А.Ш. Ревшвили (Россия) и J. Cox (США)



**Рис. 16.** Коллектив отделения хирургического лечения тахикардий НИИ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России, 13 октября 2013 г.



**Рис. 17.** Коллектив аритмологического отдела НИИ ССХ им. А.В. Вишневого Минздрава России, 2024 г.



**Рис. 18.** Президент РФ В.В. Путин вручает А.Ш. Ревишвили орден Почета, 10 сентября 2017 г.

редактором журнала стал академик А.Ш. Ревишвили. Помимо руководства редколлегией журналов «Вестник аритмологии» и «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия», А.Ш. Ревишвили является главным редактором международного журнала по клинической физиологии «Progress in Biomedical Research» (Эрланген, Германия), заместителем главного редактора журнала «Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова», членом редсоветов и редколлегий нескольких отечественных и зарубежных журналов.

Велика научная публикационная активность А.Ш. Ревишвили. Согласно данным РИНЦ на сегодняшний день в этой базе данных зарегистрировано 1,248 его публикаций, включая более 20 монографий, руководств и клинических рекомендаций, которые в общей сложности процитированы более 13,000 раз.

Индекс цитируемости А.Ш. Ревишвили равен 46. Академик А.Ш. Ревишвили — автор 12 патентов России, США, Германии и ряда других стран.

Помимо подготовки на Всероссийских школах-семинарах и на кафедре РМАНПО сертифицированных специалистов в области клинической электрофизиологии сердца из всех регионов Российской Федерации, включая новые территории Новороссии, о чем мы упоминали выше,

А.Ш. Ревишвили ведет активную научно-педагогическую работу, много времени посвящает подготовке квалифицированных научных кадров в области клинической электрофизиологии сердца и электрокардиостимуляции, интервенционной аритмологии и кардиохирургии. Он является научным руководителем 12 докторских и 56 кандидатских диссертаций по актуальным проблемам кардиохирургии, клинической электрофизиологии и аритмологии (рис. 16, 17).

Страна по достоинству оценила заслуги академика РАН Амира Шотаевича Ревишвили.

В разные годы Амирану Шотаевичу были присуждены: в 1986 г. — Государственная премия СССР в области техники (в соавт.), в 2016 г. — Государственная премия РФ в области науки и технологий (в соавт.). В 2010 и 2020 гг. — две премии Правительства РФ в области науки и техники (в соавт.); в 2007 и в 2011 гг. — две Национальные премии лучшим врачам России «Призвание» в номинациях «За создание нового направления в медицине» (кардиоверсия-дефибрилляция) и «За создание нового метода диагностики» (система «Амикард»).

В 2001 году А.Ш. Ревишвили был награжден премией имени одного из своих учителей — академика РАМН В.И. Бураковского.

За вклад в развитие здравоохранения, медицинской науки и многолетнюю добросовестную работу А.Ш. Ревишвили был награжден: в 2017 г. — орденом Почёта (рис. 18); в 2020 г. — орденом Пирогова и Почетной грамотой Российской академии наук; в 2021 г. — медалью «За заслуги перед отечественным здравоохранением» Министерства здравоохранения Российской Федерации и орденом святителя Луки Крымского I степени Русской Православной Церкви.

В 2024 году ему был вручен орден «За заслуги перед Отечеством» III степени, а в 2025 году — Почетная грамота Президента Российской Федерации.

Таков жизненный и трудовой путь академика РАН А.Ш. Ревишвили — ведущего кардиохирурга и аритмолога России с мировым именем. ■

**Избранные труды А.Ш. Ревшвили<sup>2</sup>**

1. Ревшвили А.Ш. Электрическая изоляция левого предсердия — новый метод устранения некоторых форм нарушений ритма сердца. Дисс. ... канд. мед. наук. М., 1982.
2. Ревшвили А.Ш. Методика и результаты катетерной электродеструкции при лечении тахикардий. Ж. Кардиология. 1985; 25(5): 9-15.
3. Бокерия Л.А., Петросян Ю.С., Ревшвили А.Ш. Опыт и перспективы применения метода чрезвенной электроимпульсной деструкции при хирургическом лечении резистентных форм наджелудочковых тахикардий. Ж. Грудная хирургия. 1985; 6: 10-16.
4. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш. Катетерная абляция тахикардий: современное состояние проблемы и перспективы развития. Ж. Вестник аритмологии. 1988; 8: 70.
5. Bockeria L.A., Revishvili A.S., Goluchova E.Z. Surgical treatment of symptomatic, drug-resistant ventricular bigeminy and other forms of complex ventricular ectopy (ventricular arrhythmias). The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 1988; 96(2): 261-265.
6. Ревшвили А.Ш. Электрофизиологическая диагностика и хирургическое лечение наджелудочковых тахикардий. Дисс. ... д-ра мед. наук. М., 1989.
7. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш. Результаты хирургического лечения желудочковых тахикардий // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1990; 5: 12-17.
8. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Батуркин Л.Ю., Базаев В.А. Электрофизиологическая диагностика и хирургическое лечение трепетания предсердий. Ж. Вестник РАМН. 1993; 2: 49-53.
9. Revishvili A.Sh. Atrial function after the maze and the corridor procedures for paroxysmal atrial fibrillation // PACE. Process and Control Engineering. 1995; 18: 813.
10. Ревшвили А.Ш., Бокерия Л.А., Неминуций Н.М., Шальдах М. Клинический опыт применения нового типа имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора. Ж. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1996; 6: 216.
11. Ревшвили А.Ш., Замиро Т.Н. Роль катетерной абляции в лечении наджелудочковых тахикардий. Ж. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1996; 6: 86.
12. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Самойлов Ю.Ф., Левант А.Д. Хирургическое лечение тахикардий, сочетающихся с пороками сердца. Ж. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1996; 6: 87.
13. Schaklach M., Thong T., Revishvili A., Merkely B., Lucchese F. Technology and algorithms for implantable dual-chamber defibrillators Biomedizinische Technik. Biomedical Engineering. 1996; 41(12): 351-358.
14. Ревшвили А.Ш., Ермоленко М.Л. Электрофизиологическая диагностика и результаты хирургического лечения тахикардий у детей, сочетающихся с пороками сердца. Ж. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1997; 7: 87.
15. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Байназаров М.К., и др. Хирургическая коррекция фибрилляции предсердий у больного ИБС: одномоментное выполнение операции «лабиринт» и маммарно-коронарного шунтирования. Ж. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2000; 1: 68.
16. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Базаев В.А., и др. «Холодовая» абляция аритмий: первый клинический опыт и перспективы развития метода. Ж. Вестник аритмологии. 2000; 15: 91.
17. Ревшвили А.Ш., Неминуций Н.М., Шальдах М. Первый клинический опыт имплантации трехкамерного ИКД. Progress in Biomedical Research. 2000; 1: 62.
18. Ревшвили А.Ш. Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы. Лекции по сердечно-сосудистой хирургии. Под ред. Л.А. Бокерия. В 2-х томах. М., 2001: 180-197.
19. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Ардашев А.В., Кочович Д.З. Желудочковые аритмии. М., 2002.
20. Ревшвили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Носкова М.В. Топическая диагностика желудочковых нарушений ритма у пациентов с некоронарогенными заболеваниями миокарда. Ж. Вестник аритмологии. 2002; 24: 5-11.
21. Ревшвили А.Ш. Применение трехкамерных ИКД у больных с сердечной недостаточностью // Вестник аритмологии. 2002; 25: 76-79.
22. Ревшвили А.Ш., Имнадзе Г.Г., Любкина Е.В. Особенности клинической электрофизиологии легочных вен у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий. Ж. Вестник аритмологии. 2003; 34: 5.
23. Ревшвили А.Ш., Любкина Е.В., Торрес Дж., и др. Результаты интервенционного лечения различных форм фибрилляции предсердий. Ж. Анналы аритмологии. 2004; 1(1): 86-93.
24. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Неминуций Н.М., Ефимов И.Р. Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы. М., 2005.
25. Ревшвили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Рубаева З.Г. Интервенционное лечение пациентов с фибрилляцией предсердий в сочетании с истмусзависимым трепетанием предсердий: диагностика, подходы и результаты проведенных процедур. Ж. Вестник аритмологии. 2006; 43: 17-22.
26. Ревшвили А.Ш., Неминуций Н.М. Сердечная ресинхронизирующая терапия в лечении хронической сердечной недостаточности. Ж. Вестник аритмологии. 2007; 48: 47-57.
27. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Калинин А.В., и др. Программно-аппаратный комплекс для неинвазивного электрофизиологического исследования сердца на основе решения обратной задачи электрокардиографии. Ж. Медицинская техника. 2008; 6: 1-6.
28. Бокерия Л.А., Востриков В.Я., ... Ревшвили А.Ш., и др. Руководство по нарушениям ритма сердца. М., 2010.
29. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Оганов Р.Г., и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению

<sup>2</sup> Перечислены наиболее цитируемые труды А.Ш. Ревшвили.

пациентов с фибрилляцией предсердий. Ж. Вестник аритмологии. 2010; 59: 53-77.

30. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Неминуций Н.М. Внезапная сердечная смерть. М., 2011; То же. 2-е изд. М., 2013.

31. Сулимов В.А., Голицын С.П., ... Ревшвили А.Ш., и др. Диагностика и лечение фибрилляции предсердий: рекомендации ВНОК и ВНОА. М., 2011.

32. Ревшвили А.Ш., Антонченко И.В., Ардашев А.В., и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. М., 2011.

33. Ревшвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Ежова И.В., и др. Результаты хирургического лечения изолированных форм фибрилляции предсердий с использованием модифицированной операции «лабиринт». Ж. Анналы аритмологии. 2012; 9(3): 31-39.

34. Ревшвили А.Ш., Калинин В.В., Калинин А.В., и др. Неинвазивная диагностика и результаты интервенционного лечения аритмий сердца с использованием новой системы неинвазивного поверхностного картирования "Амикард-01к". Ж. Анналы аритмологии. 2012; 9(3): 39-47.

35. Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., ... Ревшвили А.Ш., и др. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр). Утверждены на Конгрессе ОССН 7 декабря 2012 г., на Правлении ОССН 31 марта 2013 г. и на Конгрессе РКО 25 сентября 2013 г. Журнал сердечная недостаточность. 2013; 14(7): 379-472<sup>3</sup>.

36. Ревшвили А.Ш., Нардая Ш.Г., Рзаев Ф.Г., и др. Электрофизиологические и клинические предикторы эффективности радиочастотной абляции легочных вен и левого предсердия у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. Ж. Анналы аритмологии. 2014; 11(1): 46-53.

37. Revishvili A.Sh., Wissner E., Lebedev D.S., et al. Validation the mapping accuracy of novel non-invasive epicardial and endocardial electrophysiology system. Europace. 2015; 17(8): 1282-1288.

38. Ревшвили А.Ш., Сергуладзе С.Ю., Кваша Б.И., и др. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения «изолированных» форм фибрилляции предсердий с помощью радиочастотной модификации операции «лабиринт-V». Ж. Вестник аритмологии. 2016; 83: 23-31.

39. Ревшвили А.Ш., Шляхло Е.В., Сулимов В.А., и др. Диагностика и лечение фибрилляций предсердий: Клинические рекомендации. М., 2017.

40. Ревшвили А.Ш., Неминуций Н.М., Баталов Р.Е., и др. Всероссийские клинические рекомендации по контролю за риском внезапной остановки сердца и внезапной сердечной смерти, профилактика и оказание первой

помощи. Ж. Вестник аритмологии. 2017; (24): 2-104.

41. Ревшвили А.Ш., Сажин В.П., Федоров А.В., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник (за 2017 год). М., 2018.

42. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник (за 2018 год). М., 2019.

43. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник (за 2019 год). М., 2020.

44. Ревшвили А.Ш., Кубышкин В.А., Затехахин И.И., и др. Острый панкреатит: Клинические рекомендации. М., 2020.

45. Готье С.В., Ревшвили А.Ш., Пушкарь Д.Ю., и др. Экстренная хирургическая помощь в условиях COVID-19. М., 2020.

46. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е. Хирургическая помощь в районах Дальнего Востока // Тихоокеанский медицинский журнал. 2020; 1(79): 5-10.

47. Ревшвили А.Ш., Сажин В.П., Оловянный В.Е., Захарова М.А. Современные тенденции в неотложной абдоминальной хирургии в Российской Федерации. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020; 7: 6-11.

48. Ревшвили А.Ш. Неинвазивная диагностика и абляция аритмий: миф или реальность? Ж. Вестник аритмологии. 2020; 27(3): 5-8.

49. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник (за 2020 год). М., 2021.

50. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., Анищенко М.М. Хирургическая помощь в Российской Федерации в период пандемии — основные итоги 2020 года. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2021; 12: 5-14.

51. Ревшвили А.Ш., Артюхина Е.А., Глезер М.Г., и др. Брадиаритмии и нарушения проводимости: Клинические рекомендации 2020. Ж. Российский кардиологический журнал. 2021; 26(4): 203-245.

52. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник за 2021 год. М., 2022.

53. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Калинин Д.В., Кузнецов А.В. Летальность при остром аппендиците в России. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2022; 10: 5-14.

54. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Сажин В.П., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник за 2022 год. М., 2023.

55. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Гогия Б.Ш., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник за 2023 год. М., 2024.

56. Ревшвили А.Ш., Оловянный В.Е., Гогия Б.Ш., и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации: Информационно-аналитический сборник за 2024 год. М., 2025.

<sup>3</sup> Эта работа процитирована 869 раз.

3.1.15 Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)  
3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки)

## НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И СРЕДНЕСРОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРОТЕЗА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА «МЕДЛАБ КТ»

В.В. Базылев, А.Б. Воеводин, \*А.А. Кузнецова, М.П. Пател, И.Д. Потопальский, В.А. Карнахин

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Пенза

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Кузнецова Алёна Альбертовна (Alena A. Kuznetsova), e-mail: kuznetsova-alena2@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** оценить непосредственные и среднесрочные результаты трансапикальной и трансфеморальной имплантации стент-клапана «МедЛАБ КТ».

**Материалы и методы:** всего в проспективное одноцентровое исследование было включено 319 больных с пороком аортального клапана, госпитализированных на плановое хирургическое лечение в Федеральный Центр сердечно-сосудистой хирургии (г. Пенза). Средний возраст больных составил 73,3±4 года. Исследуемые пациенты относились к группе высокого и среднего хирургического риска: средний показатель по шкале EuroSCORE II — 6,27%. Все операции проводились в гибридной операционной, в условиях комбинированного эндотрахеального наркоза без планового подключения аппарата ИК. Выбор размера протеза осуществлялся хирургом по результатам исследований: ЭхоКГ, КТ корня аорты и интраоперационной аортографии. Конечными точками определены смерть от любых причин и клинически значимый мозговой инсульт. Проводилась оценка гемодинамических показателей по данным эхокардиографии: средний градиент на АК, площадь эффективного отверстия АК, частота регургитации на АК по степеням.

**Результаты:** было выполнено 450 процедур трансапикальной и 8 трансфеморальной имплантаций протезов «МедЛАБ КТ» в аортальную позицию. На госпитальном этапе отмечено 29 (6%) летальных исходов, у пяти пациентов (1%) выявлен клинически значимый мозговой инсульт. Не было отмечено ни одного случая инфаркта миокарда. Острое почечное повреждение диагностировано у восьмью пациентов (2%). Имплантация искусственного водителя ритма потребовалась в 11 случаях (2,4%). В раннем послеоперационном периоде случаев клинически значимой аортальной регургитации не отмечено. Четверым пациентам потребовалось повторное открытое вмешательство на аортальном клапане в рамках одной госпитализации. Средний градиент на АК после оперативного вмешательства составил 5,55±2,24, максимальный — 11,29±4,46 мм рт. ст., площадь эффективного отверстия протеза АК — 2,27±0,60 см<sup>2</sup>. За период наблюдения в сроки до 8 лет умерло 80 пациентов, летальность составила 18,3%. Выживаемость в срок до 84 месяцев составила 71,3%.

**Заключение:** основные клинические показатели после ТИАК российского протеза «МедЛАБ КТ» со створками из ПТФЭ не уступают, а по некоторым показателям превосходят данные крупных зарубежных исследований. ТИАК трансапикальным и трансфеморальным доступом с использованием отечественного протеза «МедЛАБ КТ» - безопасная и эффективная процедура в непосредственном среднесрочном периоде наблюдения.

**Ключевые слова:** ТИАК, трансфеморальная имплантация, трансапикальная имплантация, аортальный клапан, полимерный протез клапана сердца, выживаемость.

**Для цитирования.** В.В. Базылев, А.Б. Воеводин, А.А. Кузнецова, М.П. Пател, И.Д. Потопальский, В.А. Карнахин, «НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ И СРЕДНЕСРОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРОТЕЗА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА «МЕДЛАБ КТ»». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 21–29.

## IMMEDIATE AND MID-TERM OUTCOMES OF TRANSCATHETER AORTIC VALVE REPLACEMENT USING THE POLYMERIC MEDLAB CT VALVE PROSTHESIS

Vladlen V. Bazylev, Andrey B. Voevodin, \*Alena A. Kuznetsova, Michir P. Patel, Ivan D. Potopalsky, Vadim A. Karnakhin

FSBI "Federal Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Penza

### ABSTRACT

**Aim:** to evaluate the immediate and mid-term outcomes of transapical and transfemoral aortic valve replacement using the MedLAB CT stent-valve prosthesis.

**Methods:** a total of 319 patients with aortic valve disease admitted for elective cardiac surgery to the Federal Center for Cardiovascular Surgery (Penza) were enrolled in a prospective single-center study. The mean patient age was 73.3±4 years. All patients were considered at high or intermediate surgical risk with a mean EuroSCORE II of 6.27%. All procedures were performed in a hybrid operating room under general endotracheal anesthesia without planned cardiopulmonary bypass. The prosthesis size was selected by the surgeon based on echocardiography (EchoCG), aortic root computed tomography (CT), and intraoperative aortography. The primary endpoints were all-cause mortality and clinically significant stroke. Hemodynamic parameters assessed echocardiography included mean aortic valve (AV) gradient, the effective orifice area (EOA), the severity of postoperative regurgitation.

**Results:** a total of 450 transapical and 8 transfemoral MedLAB CT prosthesis implantations were performed. In-hospital mortality was 29 (6%). Clinically significant stroke occurred in five patients (1%). There were no cases of myocardial infarction. Acute kidney injury was diagnosed in eight (2%) patients. Permanent pacemaker implantation was required in 11 cases (2.4%). There were no cases of clinically significant aortic regurgitation in the early postoperative period. Four patients required repeat open aortic valve surgery within the same hospitalization. The mean postoperative AV gradient was 5.55±2.24, the peak gradient — 11.29±4.46 mm Hg and the EOA was 2.27±0.60 cm<sup>2</sup>. During the follow-up period of up to 8 years, 80 patients died, resulting in a mortality rate of 18.3%. The survival rate at 84 months was 71.3%.

**Conclusion:** the key clinical outcomes following TAVR with the Russian-made MedLAB CT prosthesis with PTFE leaflets are not inferior and, in some parameters, even superior to those reported in major international studies. Transapical and transfemoral TAVR using MedLAB CT prosthesis is a safe and effective procedure with favorable immediate and mid-term outcomes.

**Keywords:** TAVR, transfemoral access, transapical access, aortic valve, polymeric heart valve prosthesis, survival.

## ВВЕДЕНИЕ

Дегенеративный аортальный стеноз (АС) встречается с частотой 3% у лиц старше 65 лет. Развитие симптоматики порока сопровождается резким снижением выживаемости у данной категории больных [1]. Хирургическое вмешательство на сегодняшний день является самым эффективным способом коррекции порока, а транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) зарекомендовала себя как надежный метод лечения данной патологии у пациентов с высоким периоперационным риском [2]. Применяемый с 2002 г. метод транскатетерного протезирования аортального клапана (АК) обладает рядом доказанных преимуществ и позволяет избежать осложнений, связанных с открытой операцией на сердце в условиях искусственного кровообращения [3-6].

В 2005 г. выполнена первая трансапикальная имплантация АК без искусственного кровообращения (ИК) [8]. Трансфеморальный доступ к АК стал методом выбора за счет постоянного совершенствования способов транскатетерной имплантации, размеров и гибкости систем доставки [7-9]. Однако у ряда пациентов такой доступ невозможен из-за выраженного кальциноза, малого калибра или извитости периферических артерий. Несмотря на стремительное развитие технологий ТИАК, остаются вопросы в отношении использования метода у более широкой когорты пациентов с АС: выбор оптимального доступа, выбор протеза, долговечность протеза, фистулы, лечение при сопутствующих пороках сердца и т.д. С 2015 года активно внедряется в клиническую практику первая российская модель протеза клапана сердца «МедЛАБ КТ» (ЗАО НПП «МедИнж», г. Пенза, Российская Федерация), имплантируемая транскатетерно. Он представляет собой баллон-расширяемый стент со створками из пластин политетрафторэтилена (ПТФЭ) [5]. Мы сообщаем о результатах транскатетерных имплантаций российского баллон-расширяемого протеза аортального клапана «МедЛАБ КТ», полученных на госпитальном этапе и в срок до 8 лет после операции.

Цель исследования – оценка непосредственных и среднесрочных результатов трансапикальной и трансфеморальной имплантации стент-клапана «МедЛАБ КТ».

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Федеральном Центре сердечно-сосудистой хирургии г. Пенза проведено проспективное, одноцентровое исследование.

С октября 2015 года по сентябрь 2023 года выполнено 450 процедур трансапикальной и 8 трансфеморальной имплантаций АК протезом «МедЛАБ КТ».

Показанием для выполнения транскатетерного протезирования АК служил симптомный выраженный стеноз АК (площадь эффективного отверстия  $\leq 0,7$  см<sup>2</sup>, средний градиент  $\geq 40$  мм рт. ст.). Средний возраст больных составил  $73,3 \pm 4$  года. Исследуемые пациенты относились к

группе высокого и среднего хирургического риска: средний показатель по шкале EuroSCORE II – 6,27%. Отбором пациентов занималась мультидисциплинарная кардиологическая команда, включающая сердечно-сосудистых хирургов, врачей по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, врачей-кардиологов. Морфология аортального корня, аорты, подвздошно-бедренного артериального сегмента определялась с помощью компьютерной томографии (КТ). Всем пациентам была разъяснена суть операции, перечислены риски осложнений и вероятность их развития во время и после вмешательства, объяснена необходимость проведения исследований в ближайшем и отдаленном периодах. Во всех случаях было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом учреждения. Клапан сердца для транскатетерной имплантации представляет собой баллон-расширяемый стент, его запирающий элемент выполнен в виде трёх створок из ПТФЭ толщиной 0,1 мм (рис. 1).

Все операции проводились в гибридной операционной, в условиях комбинированного эндотрахеального наркоза без планового подключения аппарата ИК. Сосудистый доступ для возможного периферического подключения ИК обеспечивался превентивно. Выбор размера протеза осуществлялся хирургом по результатам исследований: эхокардиографии (ЭхоКГ), КТ корня аорты и интраоперационной аортографии. Возможность ТИАК «МедЛАБ КТ» определялась наличием совокупности следующих критериев: кальцинированный АК; расстояние от уровня фиброзного кольца АК до устьев коронарных артерий (КА) не менее 10 мм (при низком расположении одного из них или обоих устьев велик риск окклюзии вследствие перекрытия элементом протеза или нативной створкой, поджатой стентом клапана); диаметр фиброзного кольца АК не менее 18 мм и не более 25 мм. К противопоказаниям к ТИАК «МедЛАБ КТ» были отнесены следующие морфологические критерии: неклапанный аортальный стеноз; ширина восходящей аорты более 43 мм; ширина корня аорты на уровне синусов Вальсальвы менее 27 мм; каль-

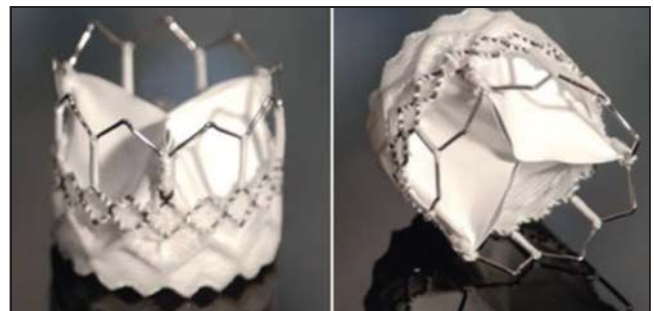


Рис. 1. Протез клапана сердца «МедЛАБ КТ».

Fig. 1. The MedLAB CT heart valve prosthesis.

цинат больших размеров в основании левой или правой коронарных створок (угроза смещения кальцината со сдавлением устья коронарной артерии при раздувании баллона); высота синусов Вальсальвы менее 15 мм; наличие внутрисердечных новообразований, тромбов или вегетаций. В случае трансапикальной имплантации хирургический доступ осуществлялся в левом межреберье в проекции верхушки левого желудочка, производилась передне-боковая торакотомия, далее перикардиотомия, установка миниторакотомного ранорасширителя, подшивание эпикардиальных электродов для временной желудочковой стимуляции. У пациентов группы трансфеморальной имплантации АК выполнялась пункция правой и левой бедренных артерий, в каждый сосуд помещали по два интродьюсера 6 Fr, а в правую бедренную артерию вводили дополнительный интродьюсер 4 Fr. Через левый бедренный доступ был установлен катетер 6 Fr для введения контраста. В данное исследование

включено 319 больных, у которых изучены непосредственные и среднесрочные результаты трансапикальной имплантации в сроки до 8 лет. Для группы пациентов трансфеморальной имплантации среднесрочные данные отсутствуют в связи с малым сроком наблюдения (менее 12-ти месяцев). Конечными точками определены: смерть от любых причин и клинически значимый мозговой инсульт. Кроме того, оценивались гемодинамические показатели по данным ЭхоКГ: средний градиент на АК, площадь эффективного отверстия АК, частота регургитации на АК по степеням. Клинико-демографические характеристики больных после трансапикальной и трансфеморальной имплантации АК представлены в **таблице 1**. Показатели ЭхоКГ до оперативного вмешательства представлены в **таблице 2**.

Большинство пациентов как в группе трансапикальной, так и в группе трансфеморальной имплантации АК относились к III ФК сердечной недостаточности по NYHA

**Таблица 1. Клинико-демографические характеристики больных групп трансапикальной и трансфеморальной имплантации АК**

**Table 1. Clinical and demographic data of patients undergoing transapical and transfemoral aortic valve replacement**

Показатель / Parameter	Значения / Value	%(95%ДИ / CI 95%)
Возраст, г / age, years	73,3±4	(72-74)
Женский пол / Females	288	64,57 (60,3-68,8)
ИМТ / BMI	31,25±6,20	(30,6-31,8)
ФК по NYHA / NYHA class		
II	137	30,7 (26,6-35,1)
III	290	65,0 (60,4-69,3)
IV	186	3,8 (2,3-6,0)
EuroScore,%	9,61±7,22	(8,93-10,28)
EuroScore II	3,29±3,47	(2,96-3,61)
ИБС / CAD	239	53,1 (48,5-57,8)
ХОБЛ / COPD	39	8,9 (6,5-11,9)
СД / Diabetes	133	29,8 (25,7-34,2)
Мультифокальный атеросклероз / Multivessel disease	130	29,6 (25,5-34,1)
ХБП / CKD	119	27,1 (23,2-31,5)

**Примечание:** ДИ – доверительный интервал; NYHA – New York Heart Association; ИБС – ишемическая болезнь сердца; EuroScore – европейская система расчета оперативного риска у кардиохирургических пациентов; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких; ХБП – хроническая болезнь почек; ИМТ – индекс массы тела, СД – сахарный диабет.

**Note:** CI – confidence interval; NYHA – New York Heart Association; CAD – coronary artery disease; EuroScore – European system for calculating surgical risk in cardiac surgery patients; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; CKD – chronic kidney disease; BMI – body mass index.

**Таблица 2. Показатели ЭхоКГ до операции**

**Table 2. Ech Baseline echocardiographic parameters**

Показатель / Parameter	Значения / Value	% (95%ДИ / CI 95%)
Площадь эффективного отверстия АК, см <sup>2</sup> / Effective orifice area of AV, cm <sup>2</sup>	0,6±0,2	(0,70-0,77)
Средний градиент на АК, мм рт. ст. / mean AV gradient, mmHg, μ±σ	55,2 ±15,8	(48,52-53,29)
Максимальный градиент на АК, мм рт. ст. / peak AV gradient, mmHg, μ±σ	87,92±29,63	(85,13-90,70)
ФВ ЛЖ / LVEF, %, μ±σ	60,38±11,78	(58,87-61,88)
ИММ, г/м <sup>2</sup> / MMI, g/m <sup>2</sup> , μ±σ	147,2±44,21	(141,55-152,84)

**Примечание:** ДИ – доверительный интервал; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ИММ – индекс массы миокарда.

**Note:** CI – confidence interval; AV – aortic valve; LVEF – left ventricular ejection fraction; MMI – myocardial mass index.

(65%). ИБС являлась сопутствующим заболеванием более чем у половины больных в группе трансапикальной имплантации (53,1%). Средний градиент на АК до оперативного вмешательства составил  $55,2 \pm 15,8$ , максимальный градиент –  $87,92 \pm 29,63$  соответственно, площадь эффективного отверстия АК –  $0,6 \pm 0,2$  см<sup>2</sup>. Статистическая обработка материала выполнялась с использованием пакета программного обеспечения SPSS версии 29 (SPSS, Chicago, IL, USA) MedCalc (Ostend Belgium) и GraphPad Prism 8 by Dotmatics (California, USA). Выполнена проверка всех количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, графически — с помощью квантильных диаграмм, а также показателей асимметрии и эксцесса. Центральные тенденции и рассеяния количественных признаков, имеющие приближенно нормальное распределение, описывали в форме среднего значения и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ). Критический уровень значимости взят за 0,05. Для качественных переменных характеристики представлены в виде: процент (нижняя граница 95% ДИ - верхняя граница 95% ДИ) с вычислением границ ДИ по формуле Вильсона. Выживаемость изучена с помощью множительной оценки по методу Каплана - Мейера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На госпитальном этапе отмечено 29 (6%) летальных исходов, у пяти пациентов (1%) выявлен клинически значимый мозговой инсульт. Не было отмечено ни одного случая инфаркта миокарда (ИМ). Острое почечное повреждение диагностировано у восьмерых пациентов (2%). Имплантация искусственного водителя ритма потребовалась в 11 случаях (2,4%). В раннем послеоперационном периоде случаев клинически значимой аортальной регургитации не отмечено. Четверым пациентам потребовалось повторное открытое вмешательство на АК в рамках одной госпитализации; в двух случаях (0,4%) аортальная недостаточность 2-3 степени выявлена через 2 недели после трансапикальной имплантации АК и была обусловлена парапротезной регургитацией, что потребовало повторного вмешательства с целью репозиционирования протеза в одном случае и репротезирования клапаном «МедЛаб КТ» во втором, двоим (0,4%) выполнялась замена АК механическим протезом. Структура госпитальных осложнений представлена в **таблице 3**. Данные послеоперационной ЭхоКГ пациентов представлены в **таблице 4**.

**Таблица 3. Госпитальные осложнения после транскатетерной имплантации протеза «МедЛА Б КТ»**

**Table 3. In-hospital complications after transcatheter aortic valve replacement using MedLAB CT prosthesis**

Осложнение / Complication	n	% (95% ДИ / CI 95%)
МИ / Stroke	5	1 (0,5-2,1)
Нелетальный ИМ / Nonfatal MI	0	0
Смерть / Death	29	6,06 (4,20-8,68)
Смерть + нелетальный ИМ + нелетальный МИ / Death + nonfatal MI+nonfatal stroke	28	6,29 (4,39-8,94)
Кровотечение / Bleeding	7	1,5 (0,35-2,29)
Репротезирование ввиду дислокации или парапротезной регургитации / Redo TAVR due dislocation or periprosthetic regurgitation	4	0,89 (0,35-2,29)
Острое почечное повреждение / Acute kidney injury	7	1,57 (0,76-3,21)
Имплантация электрокардиостимулятора / Pacemaker implantation	11	2,47 (1,39-4,37)
Повреждение периферических сосудов / Peripheral artery traumatic damage	0	0

**Примечание:** ДИ – доверительный интервал; МИ – мозговой инсульт; ИМ – инфаркт миокарда.

**Note:** CI – confidence interval; MI – myocardial infarction; TAVR – transcatheter aortic valve replacement.

**Таблица 4. Непосредственные результаты по данным ЭхоКГ больных после трансапикальной и трансфеморальной имплантации АК**

**Table 4. Immediate postoperative echocardiographic findings in patients after transapical and transfemoral aortic valve implantation**

Показатель / Parameter	Значения / Value	% (95%ДИ / CI 95%)
Площадь эффективного отверстия АК, см <sup>2</sup> / Effective orifice area of AV, cm <sup>2</sup>	$2,27 \pm 0,60$	(2,21-2,32)
Средний градиент на АК, мм рт. ст. / mean AV gradient, mmHg, $\mu \pm \sigma$	$5,55 \pm 2,24$	(5,33-5,76)
Максимальный градиент на АК, мм рт. ст. / peak AV gradient, mmHg, $\mu \pm \sigma$	$11,29 \pm 4,46$	(10,87-11,70)
АН 0 ст. / grade AI, n	167	38,12(33,70-42,76)
АН I ст. / grade I AI, n	268	60,08(55,48-64,53)
АН II ст. / Grade II AI, n	9	2,05(1,08-3,86)

**Примечание:** ДИ – доверительный интервал; АК – аортальный клапан, АН – аортальная недостаточность.

**Note:** CI – confidence interval; AV – aortic valve, AI – aortic insufficiency.

Средний градиент на АК после оперативного вмешательства составил  $5,55 \pm 2,24$ , максимальный –  $11,29 \pm 4,46$  мм рт. ст., площадь эффективного отверстия протеза АК –  $2,27 \pm 0,60$  см<sup>2</sup>. Клинически значимой аортальной регургитации не выявлено ни в одной из групп. Подключение ИК выполнялось у 54 (12,1%) больных, среднее время ИК составило  $82 \pm 32,18$  минуты. Средняя кровопотеря составила  $213 \pm 165,12$  мл. Среднее время нахождения в отделении реанимации и интенсивной терапии после операции составило  $3 \pm 7,6$  дня. Трое больных (0,6%) скончались от полиорганной недостаточности через несколько дней после подключения экстракорпоральной мембранной оксигенации. У семи пациентов причиной смерти стало острое нарушение мозгового кровообращения (1,56%). За период наблюдения в сроки до 8 лет умерло 80 пациентов, летальность составила 18,3%. Выживаемость в срок до 84 месяцев составила 71,3%. Данные о выживаемости в среднесрочном периоде представлены на рисунке 2.

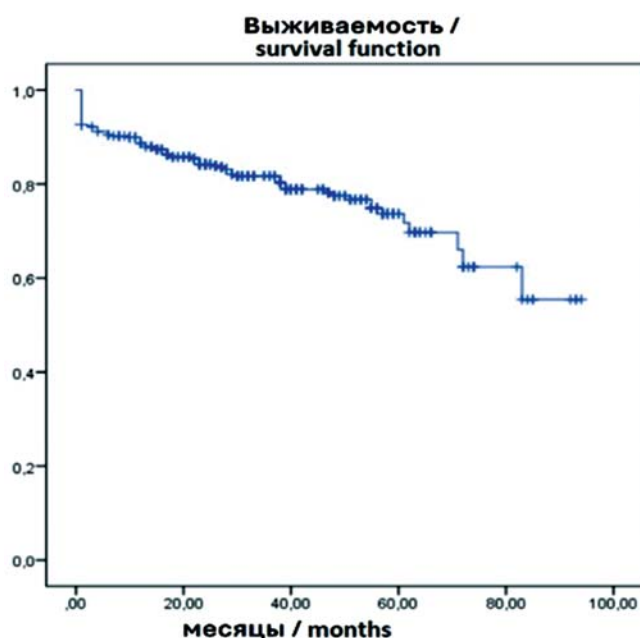


Рис. 2. Выживаемость пациентов в срок до 96 месяцев, метод Каплана-Мейера.

Fig. 2. Kaplan-Meier survival curve over a 96-month follow-up period.

Отмечено пять клинически значимых случаев мозговых инсультов. Очный осмотр был проведен 319 пациентам после трансапикальной имплантации АК. Среднесрочные результаты обследования по данным ЭхоКГ представлены в таблице 5.

Средний градиент на АК в группе трансапикальной имплантации составил  $9,33 \pm 4,6$  мм рт. ст., максимальный градиент –  $17,80 \pm 10,28$  мм рт. ст. Клинически значимой аортальной регургитации не выявлено ни в одной из групп.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Замена АК – единственный способ улучшить качество жизни и клинические исходы у пациентов с тяжелым АС. В настоящее время ТИАК и открытое протезирование АК являются основными вариантами лечения пациентов с тяжелым АС и, как сообщается Schwarz F. и соавт., улучшают клинические результаты по сравнению с консервативной терапией [10]. Несколько рандомизированных контролируемых исследований продемонстрировали сопоставимые результаты между открытым протезированием АК и ТИАК [11-15]. Основываясь на благоприятных исходах у пациентов, перенесших ТИАК, количество транскатетерных процедур увеличилось во всем мире [16,17]. Приведенное выше одноцентровое исследование клинических и гемодинамических эффектов ТИАК с использованием системы «МедЛАБ КТ» в непосредственном и среднесрочном периоде, с одной стороны, и накопленный значительный мировой опыт ТИАК с применением других импортных моделей, обобщенный и опубликованный в крупных рандомизированных контролируемых исследованиях – с другой, позволяют оценить полученные результаты. Сравнивая исходы ТИАК, полученные в ФГБУ ФЦССХ г. Пенза, с результатами других исследований, мы получили схожие, а по некоторым показателям превосходящие зарубежные результаты данные. Частота нарушений мозгового кровообращения при проведении ТИАК с использованием российского протеза со створками из ПТФЭ в нашей клинике составила 1%, что намного ниже показателей, полученных в исследованиях PARTNER B и CoreValve US High Risk Study, где этот показатель был равен 5 и 4,9% соответственно [11, 12, 20, 22].

Таблица 5. Среднесрочные результаты по данным ЭхоКГ больных после трансапикальной имплантации АК

Table 5. Mid-term echocardiographic findings in patients after transapical aortic valve implantation.

Показатель / Parameter	Значения / Value	% (95%ДИ / CI 95%)
Площадь эффективного отверстия АК, см <sup>2</sup> / Effective orifice area of AV, cm <sup>2</sup>	$1,93 \pm 0,72$	(1,53-2,31)
Средний градиент на АК, мм рт. ст. / mean AV gradient, mmHg, $\mu\pm\sigma$	$9,33 \pm 4,6$	(7,04-14,2)
Максимальный градиент на АК, мм рт. ст. / peak AV gradient, mmHg, $\mu\pm\sigma$	$17,80 \pm 10,28$	(16,76-18,83)
Ан 0 ст / grade AI, n	75	23,5(16,82-27,40)
Ан I ст / grade I AI, n	237	74,29 (69,38-80,44)
Ан II ст. / Grade II AI, n	7	2,19 (1,48-6,12)

Примечание: ДИ – доверительный интервал; АК – аортальный клапан, АН – аортальная недостаточность.  
Note: CI – confidence interval; AV – aortic valve, AI – aortic insufficiency.

Случаев нелетального ИМ в нашей клиники не отмечено, а по данным национального регистра ТИАК в Испании, данное осложнение развилось у 1% больных [23]. По результатам некоторых исследований, частота возникновения контраст-индуцированной нефропатии, требующей заместительной почечной терапии, колебалась от 11,6 до 28% и от 1,4 до 15,7% соответственно [24-26]. По нашим данным, подобная терапия потребовалась только у 1,57% больных. Имплантация ЭКС в связи с возникновением атриовентрикулярной блокады потребовалась 17 больным (20%) после ТИАК в ФГБУ РКНПК преимущественно после установки биопротеза CoreValve, в нашем случае необходимость в установке искусственного водителя ритма после имплантации клапана «МедЛАБ КТ» была у 11 пациентов, что составило 2,47% [27]. Госпитальная летальность за весь период наблюдения была равна 6,06%, что сопоставимо с данными регистра STS/ACC TVT, а также данными национального регистра ТИАК в Испании, где госпитальная смертность составила 5,5 и 8% соответственно [20, 23]. Среди показателей ЭхоКГ при выписке после транскапикальной имплантации, представленных в исследовании D'Onofrio A. и соавт., отмечался пиковый градиент равный 15 мм рт. ст. и средний градиент – 9 мм рт. ст. По данным нашего исследования послеоперационные градиенты на клапане «МедЛАБ КТ» были ниже и составили 11,29±4,48 и 5,55±2,24 соответственно [19].

В 2022 году Koliastasis L. и соавт. представили систематический обзор восьми исследований по имплантации клапана ACURATE neo, включивших в себя 2010 больных АС при трансфеморальной имплантации, средний градиент после операции составил 9,6±0,3 мм рт. ст. [21].

В нашем центре получены отличные непосредственные результаты трансфеморальной имплантации протеза «МедЛАБ КТ» со средним градиентом равным 5,85±2,01, но в связи с небольшим количеством данных вмеша-

тельств (8 операций), необходимо дальнейшее исследование с целью получения отдаленных результатов. В ФГБУ ФЦССХ (г. Пенза) среднесрочные результаты изучены у 319 больных после транскапикальной имплантации АК. Анализ непосредственных клинических результатов использования отечественного транскапикального протеза АК «МедЛАБ КТ» продемонстрировал частоту осложнений, сопоставимую с соответствующими показателями в группе открытого протезирования аортального клапана [18]. Наши данные по выживаемости после транскапикальной имплантации превосходят (71,3%) данные по выживаемости Mack M.J. и соавт., (68%), но обращает на себя внимание ограничение исследования в отношении сроков наблюдения [20].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные клинические показатели после ТИАК российского протеза «МедЛАБ КТ» со створками из ПТФЭ не уступают, а по некоторым показателям превосходят данные крупных зарубежных исследований. Средний градиент давления на АК после операции в группе транскапикальной имплантации составил 5,55±2,24, после трансфеморальной имплантации – 5,85±2,01; максимальный градиент – 11,29±4,46 и 11,78±4,69 соответственно, что ниже данных гемодинамических показателей на госпитальном этапе сопоставимых исследований. Гемодинамические показатели на протезе АК «МедЛАБ КТ» в среднеотдаленном периоде в группе транскапикальной имплантации составили 9,33±4,6 мм рт. ст., максимальный градиент – 17,80±10,28 мм рт. ст., что не уступает результатам сопоставимых исследований. ТИАК транскапикальным и трансфеморальным доступом с использованием отечественного протеза «МедЛАБ КТ» – безопасная и эффективная процедура в непосредственном среднесрочном периоде наблюдения. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee G, Chikwe J, Milojevic M. et al. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur Heart J.* 2023; 7;44(10):796-812. DOI: [10.1093/eurheartj/ehac803](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac803)
2. Webb J.G, Blanke P, Meier D., et al. TAVI in 2022: Remaining issues and future direction. *Arch Cardiovasc Dis.* 2022 ;115(4):235-242. DOI: [10.1016/j.acvd.2022.04.001](https://doi.org/10.1016/j.acvd.2022.04.001)
3. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F. et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): the Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; 33(19):2451-96. DOI: [10.1093/eurheartj/ehs109](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs109)
4. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O. et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:e57-185. DOI: [10.1016/j.jacc.2014.02.536](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.02.536)
5. Базылев В.В., Воеводин А.Б., Шалыгина А.С. Среднесрочные результаты транскапикальной имплантации протеза аортального клапана «МедЛаб-КТ». *Российский кардиологический журнал.* 2019;(8):65-69. DOI: [10.15829/1560-4071-2019-8-65-69](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-8-65-69)
6. Базылев В.В., Воеводин А.Б., Масютин А.С., Мартынов А.А. Транскапикальный протез клапана со створками из политетрафторэтилена в лечении структурной патологии

сердца. Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2025;1(1):29-36. DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-1-29-36](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-1-29-36)

7. Baumgartner H., Falk V., Bax J.J. et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. 2017, 38, 2739–2791. DOI: [10.1093/eurheartj/ehx391](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391)

8. Базылев В. В., Воеводин А. Б., Масютин А.С. Отдаленные результаты транскатетерной замены аортального клапана при сопутствующем расширении восходящего отдела аорты. Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2025;1(2):26-32. DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-2-26-32](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-2-26-32)

9. Ye J., Cheung A., Lichtenstein S.V. et al. Transapical aortic valve implantation in humans. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(5):1194-6. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2006.01.026](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.01.026)

10. Schwarz F., Baumann P., Manthey J. et al. The effect of aortic valve replacement on survival. *Circulation*. 1982;66(5):1105-10. DOI: [10.1161/01.CIR.66.5.1105](https://doi.org/10.1161/01.CIR.66.5.1105)

11. Leon M.B., Smith C.R., Mack M. et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010;363(17):1597-607. DOI: [10.1056/NEJMoa1008232](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1008232)

12. Smith C.R., Leon M.B., Mack M.J. et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2011;364(23):2187-98. DOI: [10.1056/NEJMoa1103510](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1103510)

13. Leon M.B., Smith C.R., Mack M.J. et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2016; 374(17):1609-20. DOI: [10.1056/NEJMoa1514616](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1514616)

14. Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019; 380(18):1706-1715. DOI: [10.1056/NEJMoa1816885](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1816885)

15. Mack M.J., Leon M.B., Thourani V.H. et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695-1705. DOI: [10.1056/NEJMoa1814052](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1814052)

16. Carroll J.D., Mack M.J., Vemulapalli S. STS-ACC TVT Registry of Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(21): 2492-2516. DOI: [10.1016/j.jacc.2020.09.595](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.09.595)

17. Mori M., Gupta A., Wang Y. et al. Trends in Transcatheter and Surgical Aortic Valve Replacement Among Older Adults in the United States. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(22):2161-2172. DOI: [10.1016/j.jacc.2021.09.855](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.09.855)

18. Базылев В.В., Воеводин А.Б., Захарова А.С. и др.

Непосредственные клинические и гемодинамические результаты транскатетерной имплантации протеза аортального клапана «МедЛаб-КТ». Патология кровообращения и кардиохирургия. 2018;22(3):17-24. DOI: [10.21688/1681-3472-2018-3-17-24](https://doi.org/10.21688/1681-3472-2018-3-17-24)

19. D'Onofrio A., Tessari C., Tarantini G. et al. Transapical TAVI: Survival, Hemodynamics, Devices and Machine Learning. Lessons Learned After 10-Year Experience. *Curr Probl Cardiol*. 2023; (8):101734. DOI: [10.1016/j.cpcardiol.2023.101734](https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.101734)

20. Mack M.J., Leon M.B., Smith C.R. et al. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015 Jun 20;385(9986):2477-84. DOI: [10.1016/S0140-6736\(15\)60308-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60308-7)

21. Koliastasis L., Doundoulakis I., Kokkinidis D.G. TAVI with the ACURATE neo transcatheter heart valve in special populations: A systematic review. *Hellenic J Cardiol*. 2022;66:67-71. DOI: [10.1016/j.hjc.2022.04.005](https://doi.org/10.1016/j.hjc.2022.04.005)

22. Adams D.H., Popma J.J., Reardon M.J. et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N Engl J Med*. 2014; 370 (19): 1790-8. DOI: [10.1056/NEJMoa1400590](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1400590)

23. Sabaté M., Cánovas S., García E. et al. In-hospital and mid-term predictors of mortality after transcatheter aortic valve implantation: data from the TAVI National Registry 2010–2011. *Rev Esp. Cardiol*. 2013; 66 (12): 949–58. DOI: [10.1016/j.rec.2013.07.003](https://doi.org/10.1016/j.rec.2013.07.003)

24. Bagur R., Webb J.G., Nietlispach F. et al. Acute kidney injury following transcatheter aortic valve implantation: predictive factors, prognostic value, and comparison with surgical aortic valve replacement. *Eur Heart J*. 2010; 31: 865–74. DOI: [10.1093/eurheartj/ehp552](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp552)

25. Elhmidy Y., Bleiziffer S., Piazza N. et al. Incidence and predictors of acute kidney injury in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *Am Heart J*. 2011; 161: 735–9. DOI: [10.1016/j.ahj.2011.01.009](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2011.01.009)

26. Nuis R.J., Van Mieghem N.M., Tzikas A. et al. Frequency, determinants, and prognostic effects of acute kidney injury and red blood cell transfusion in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011; 77: 881–9. DOI: [10.1002/ccd.22874](https://doi.org/10.1002/ccd.22874)

27. Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Саидова М.А. и др. Пятилетний опыт транскатетерной имплантации биопротезов аортального клапана в ФГБУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава России. *Consilium Medicum*. 2015;17(10): 67-72.

## REFERENCES

- Lee G, Chikwe J, Milojevic M. et al ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur Heart J*. 2023; 7;44(10):796-812. DOI: [10.1093/eurheartj/ehac803](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac803)
- Webb JG, Blanke P, Meier D, . et al TAVI in 2022: Remaining issues and future direction. *Arch Cardiovasc Dis*. 2022 ;115(4):235-242. DOI: [10.1016/j.acvd.2022.04.001](https://doi.org/10.1016/j.acvd.2022.04.001)
- Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F. et al Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): the Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; 33(19):2451-96. DOI: [10.1093/eurheartj/ehs109](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs109)
- Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O. et al 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:e57-185. DOI: [10.1016/j.jacc.2014.02.536](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.02.536)
- Bazylev V.V., Voevodin A.B., Shalygina A.S. Medium-term results of transcatheter implantation of MedLab-CT aortic valve prosthesis. *Rus J Cardiol*. 2019; 24 (8): 65-69 DOI: [10.15829/1560-4071-2019-8-65-69](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-8-65-69) [In Russ].
- Bazylev V.V., Voevodin A.B., Masyutin A.S. et al Transcatheter polytetrafluoroethylene leaflet valve prosthesis for structural heart disease treatment. *Minimally Invasive Cardiovascular Surgery*. 2025;1(1):29-36. DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-1-29-36](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-1-29-36) [In Russ].
- Baumgartner H., Falk V., Bax J.J. et al 2017 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. 2017, 38, 2739-2791. DOI: [10.1093/eurheartj/ehx391](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391)
- Bazylev V.V., Voevodin A.B., Masyutin A.S., Martynov A.A., Kuznetsova A.A., Patel M.P. Long-Term Results of Transcatheter Aortic Valve Replacement for Concomitant Dilatation of the Ascending Aorta. *Minimally Invasive Cardiovascular Surgery*. 2025;1(2):26-32. DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-2-26-32](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-2-26-32) [In Russ].
- Ye J., Cheung A., Lichtenstein S.V. et al Transapical aortic valve implantation in humans. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(5):1194-6. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2006.01.026](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.01.026)
- Schwarz F., Baumann P., Manthey J. et al The effect of aortic valve replacement on survival. *Circulation*. 1982;66(5): 1105-10. DOI: [10.1161/01.CIR.66.5.1105](https://doi.org/10.1161/01.CIR.66.5.1105)
- Leon M.B., Smith C.R., Mack M. et al Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010;363(17):1597-607. DOI: [10.1056/NEJMoa1008232](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1008232)
- Smith C.R., Leon M.B., Mack M.J. et al Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2011;364(23):2187-98. DOI: [10.1056/NEJMoa1103510](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1103510)
- Leon M.B., Smith C.R., Mack M.J. et al Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2016; 374(17):1609-20. DOI: [10.1056/NEJMoa1514616](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1514616)
- Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019; 380(18):1706-1715. DOI: [10.1056/NEJMoa1816885](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1816885)
- Mack M.J., Leon M.B., Thourani V.H. et al Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695-1705. DOI: [10.1056/NEJMoa1814052](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1814052)
- Carroll J.D., Mack M.J., Vemulapalli S. STS-ACC TVT Registry of Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(21): 2492-2516. DOI: [10.1016/j.jacc.2020.09.595](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.09.595)
- Mori M., Gupta A., Wang Y. et al Trends in Transcatheter and Surgical Aortic Valve Replacement Among Older Adults in the United States. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(22):2161-2172. DOI: [10.1016/j.jacc.2021.09.855](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.09.855)
- Bazylev V., Voevodin A., Zakharova A., Rosseykin E. Early clinical and hemodynamic results of transcatheter aortic valve implantation using the “MedLab-KT” prosthesis. *Patologiya Krovoobrashcheniya I Kardiokhirurgiya*. 2018;22(3): 17-24. DOI: [10.21688/1681-3472-2018-3-17-24](https://doi.org/10.21688/1681-3472-2018-3-17-24) [In Russ].
- D’Onofrio A., Tessari C., Tarantini G. et al Transapical TAVI: Survival, Hemodynamics, Devices and Machine Learning. Lessons Learned After 10-Year Experience. *Curr Probl Cardiol*. 2023; (8):101734. DOI: [10.1016/j.cpcardiol.2023.101734](https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.101734)
- Mack M.J., Leon M.B., Smith C.R. et al 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015 Jun 20;385(9986):2477-84. DOI: [10.1016/S0140-6736\(15\)60308-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60308-7)
- Koliastasis L., Doundoulakis I., Kokkinidis D.G. TAVI with the ACURATE neo transcatheter heart valve in special populations: A systematic review. *Hellenic J Cardiol*. 2022;66:67-71. DOI: [10.1016/j.hjc.2022.04.005](https://doi.org/10.1016/j.hjc.2022.04.005)
- Adams D.H., Popma J.J., Reardon M.J. et al Transcatheter aortic-valve replacement with a selfexpanding prosthesis *N Engl J Med* 2014; 370 (19): 1790-8 DOI: [10.1056/NEJMoa1400590](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1400590)
- Sabaté M., Cánovas S., García E. et al In-hospital and mid-term predictors of mortality after transcatheter aortic valve implantation: data from the TAVI National Registry 2010-2011. *Rev Esp. Cardiol* 2013; 66 (12): 949-58 DOI: [10.1016/j.rec.2013.07.003](https://doi.org/10.1016/j.rec.2013.07.003)
- Bagur R., Webb J.G., Nietlispach F. et al Acute kidney injury following transcatheter aortic valve implantation: predictive factors, prognostic value, and comparison with surgical aortic valve replacement. *Eur Heart J* 2010; 31: 865-74. DOI: [10.1093/eurheartj/ehp552](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp552)
- Elhmidy Y., Bleiziffer S., Piazza N. et al Incidence and predictors of acute kidney injury in patients undergoing tran-

scatheter aortic valve implantation. *Am Heart J* 2011; 161: 735-9. DOI: 10.1016/j.ahj.2011.01.009

26. Nuis R.J., Van Mieghem N.M., Tzikas A. et al. Frequency, determinants, and prognostic effects of acute kidney injury and red blood cell transfusion in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011; 77:

881-9. DOI: 10.1002/ccd.22874

27. Imaev T.E., Komlev A.E., Saidova M.A. et al. 5-year experience with transcatheter aortic bioprosthetic valve implantation in Russian Cardiological Scientific- Industrial Complex of the Ministry of Health of the Russian Federation. *Consilium Medicum*. 2015; 17 (10): 67-72 [In Russ].

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Базылев Владлен Владленович** – [ORCID: 0000-0001-6089-9722] д.м.н., профессор; главный врач  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6

**Воеводин Андрей Борисович** – [ORCID: 0000-0002-7078-1274] к.м.н., заведующий кардиохирургическим отделением №2  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6

**Кузнецова Алёна Альбертовна** – [ORCID: 0000-0002-7503-0197] врач-сердечно-сосудистый хирург  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6

**Михир Пател Премал** – [ORCID: 0000-0003-3443-3898] - врач-сердечно-сосудистый хирург  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6

**Потопальский Иван Дмитриевич** – [ORCID: 0000-0001-6412-7893] врач-сердечно-сосудистый хирург  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6

**Карнахин Вадим Александрович** – [ORCID: 0000-0002-1815-7116] к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

440071, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансировании ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России (г. Пенза).

#### AUTHOR INFORMATION FORM

**Vladlen V. Bazylev** – [ORCID: 0000-0001-6089-9722] MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Physician,  
Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health of Russia, Penza, Russia  
6, Stasova St., Penza, 440071, Russian Federation

**Andrey B. Voevodin** – [ORCID: 0000-0002-7078-1274] MD, PhD, Head of Cardiac Surgery Department No.2,  
Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health of Russia, Penza, Russia  
6, Stasova St., Penza, 440071, Russian Federation

**Alena A. Kuznetsova** – [ORCID: 0000-0002-7503-0197] MD, Cardiovascular Surgeon,  
Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health of Russia, Penza, Russia  
6, Stasova St., Penza, 440071, Russian Federation

**Mihir P. Premal** – [ORCID: 0000-0003-3443-3898] MD, Cardiovascular Surgeon, Federal Center for Cardiovascular Surgery,  
Ministry of Health of Russia, Penza, Russia  
6, Stasova St., Penza, 440071, Russian Federation

**Ivan D. Potopalsky** – [ORCID: 0000-0001-6412-7893] MD, Cardiovascular Surgeon, Federal Center for Cardiovascular Surgery,  
Ministry of Health of Russia, Penza, Russia  
6, Stasova St., Penza, 440071, Russian Federation

**Vadim A. Karnakhin** – [ORCID: 0000-0002-1815-7116] MD, PhD, Cardiovascular Surgeon, Federal Center for Cardiovascular Surgery,  
Ministry of Health of Russia, Penza, Russia  
6, Stasova St., Penza, 440071, Russian Federation

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

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

**Funding.** The study was supported by the Federal Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health (Penza).

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)  
3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки)

## ЧИСЛЕННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕПТА СТЕНТ-ГРАФТА КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ (reprint)

\*К.Ю. Клышников, Е.А. Овчаренко, М.А. Резцова, Т.В. Глушкова, Л.С. Барбараш

ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Клышников Кирилл Юрьевич (Kirill Yu. Klyshnikov), e-mail: klyshku@kemcardio.ru

### АННОТАЦИЯ

**Актуальность:** перфорации коронарных артерий, возникающие в результате малоинвазивных диагностических и лечебных процедур, требуют немедленного устранения, вследствие высокого риска летального исхода, сопровождающего данное осложнение. Одним из вариантов закрытия перфораций является имплантация коронарного стент-графта – устройства, герметизирующего поврежденную сосудистую стенку за счет наличия внешней мембраны.

**Цель:** настоящее исследование посвящено численно-экспериментальной оценке некоторых перспективных экспериментальных полимерных материалов, которые могут быть использованы в качестве такой мембраны при разработке отечественного стентграфта для коронарных артерий.

**Материалы и методы:** исследование проведено в два последовательных этапа: оценка физико-механических характеристик потенциальных полимеров-кандидатов (политетрафторэтилен, стирол-и-изобутилен-стирол, поливинилового спирта) и численное моделирование биомеханики коронарного стент-графта при придании ему рабочего диаметра. Первый этап – исследование свойств полимеров, проводили на универсальной испытательной машине «Zwick/Roell»-2.5H (Zwick/Roell, Германия) в условиях одноосного теста растяжения. Численное моделирование проводили методом конечных элементов в среде Abaqus/CAE (Dassault Systemes, Франция), придавая модели стент-графта приращение диаметра в 50% относительно исходного.

**Результаты:** в ходе первого этапа исследования показано, что наибольшую деформацию при растяжении способен испытывать сополимер стирол-изобутилен-стирол, достигший удлинения разрыва в 744,9 [737,0–837,8]% относительно исходного размера. Другие полимеры продемонстрировали значительно меньшие, но также удовлетворительные, амплитуды данного показателя: образцы из политетрафторэтилена разрушились при растяжении до 274,4 [270,9–280,4]%; из поливинилового спирта – при 384,9 [313,4–390,6]%. Численное моделирование для всех материалов продемонстрировало умеренные амплитуды напряжения по Мизесу, не превышающее предела прочности. Максимум, достигнутый материалами, составил 7,50 МПа для политетрафторэтилена, 2,80 МПа – для сополимера стирол-изобутилен-стирол, 0,08 МПа – для поливинилового спирта.

**Заключение:** в целом, все исследованные материалы показали удовлетворительные результаты с позиции применимости в качестве мембраны для стент-графта, однако перспективным среди них оказался сополимер стирол-изобутилен-стирол. Именно на использование данного материала и следует в первую очередь фокусировать акцент при дальнейшем прототипировании данного изделия.

**Ключевые слова:** перфорация коронарной артерии, чрескожное вмешательство, коронарография, метод конечных элементов, деформация, напряжения по Мизесу.

**Для цитирования.** К.Ю. Клышников, Е.А. Овчаренко, М.А. Резцова, Т.В. Глушкова, Л.С. Барбараш, «ЧИСЛЕННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕПТА СТЕНТ-ГРАФТА КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ». МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 30–39.

## NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF A CORONARY ARTERY STENT-GRAFT CONCEPT (reprint)

\*K.Yu. Klyshnikov, E.A. Ovcharenko, M.A. Rezvova, T.V. Glushkova, L.S. Barbarash

FSBRI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Kemerovo, Russian Federation

### ABSTRACT

**Background:** coronary artery perforations following minimally invasive diagnostic and therapeutic procedures require urgent treatment due to the high risk of death. The implantation of a coronary stent graft is the strategy of choice to treat free perforations. One of the options for perforation closure is the implantation of a coronary stent-graft — a device that seals the damaged vascular wall by means of an external membrane.

**Aim:** to perform numerical and experimental evaluation of several promising experimental polymer materials that could be used as such a membrane in the development of a domestic stent-graft for coronary arteries.

**Materials and methods:** the study was conducted in two consecutive stages: assessment of the physical and mechanical characteristics of candidate polymers (polytetrafluoroethylene, styrene-isobutylene-styrene copolymer, polyvinyl alcohol) and numerical simulation of the coronary stent-graft biomechanics during its expansion to the working diameter. The first stage — investigation of polymer properties — was performed on a Zwick/Roell-2.5H universal testing machine (Zwick/Roell, Germany) under uniaxial tensile testing conditions. Numerical simulation was carried out using the finite element method in Abaqus/CAE software (Dassault Systemes, France), with the stent-graft model diameter increased by 50% relative to the initial one.

**Results:** during the first stage, it was shown that the styrene-isobutylene-styrene copolymer experienced the greatest tensile strain, reaching an elongation at break of 744.9 [737.0–837.8]% relative to the initial size. The other polymers demonstrated significantly lower, though still satisfactory, values of this parameter: polytetrafluoroethylene samples failed at an elongation of 274.4 [270.9–280.4]%; polyvinyl alcohol — at 384.9 [313.4–390.6]%. Numerical simulation for all materials revealed moderate von Mises stress amplitudes not exceeding the tensile strength. The maximum stress values were 7.50 MPa for polytetrafluoroethylene, 2.80 MPa for styrene-isobutylene-styrene copolymer, and 0.08 MPa for polyvinyl alcohol.

**Conclusion:** overall, all investigated materials showed satisfactory results in terms of their suitability as a membrane for a stent-graft; however, the styrene-isobutylene-styrene copolymer appeared to be the most promising. Further prototyping of the device should primarily focus on the use of this material.

**Keywords:** coronary artery perforation, percutaneous coronary intervention, coronary angiography, finite element analysis, strain, von Mises stress.

## ВВЕДЕНИЕ

Перфорация коронарной артерии является редким (до 0,29%-0,1%) [1], но опасным осложнением проведения интервенционных процедур на сосудистом русле сердца – коронарографий, чрескожных коронарных вмешательств [2]. При этом в сложных случаях, тотальных окклюзиях и многососудистых поражениях, частота события может существенно возрастать – до 8,9% [3]. Данное осложнение способно привести к формированию объемного перикардального выпота, часто сопровождающегося тампонадой, с последующим высоким риском летального исхода. Некоторые исследования демонстрируют пятикратное достоверное увеличение частоты внутригоспитальной летальности при возникновении перфораций относительно базового уровня для подобных вмешательств: отношение шансов 5,00 (95% доверительный интервал 3,42-7,31); а также увеличение в 3,25 острого повреждения почек (95% доверительный интервал 2,30-4,58) [4]. В связи с увеличением объема процедур на коронарном русле во всем мире в последние десятилетия наблюдается быстрый рост числа случаев перфораций [5–7].

Предикторами данного осложнения являются: (1) клинико-демографические факторы: пожилой возраст; женский пол; нарушение функции почек; инфаркт миокарда без подъема сегмента ST; (2) ангиографические факторы: хроническая тотальная окклюзия; кальцификация коронарных артерий; извилистые сосуды; целевые поражения в огибающей и правой коронарных артериях; протяженные (>20 мм) и эксцентрические поражения; (3) факторы, связанные с методикой: использование гидрофильных/сверхжестких проводников; устройств для атерэктомии; увеличенное соотношение «баллон-артерия»; проведение процедуры под контролем внутрисосудистого ультразвука; постдилатация стента под высоким давлением [8–10]. Чаще всего перфорации возникают из-за дистальной миграции проводника и/или его перелома или случайного расположения проводника за пределами хода коронарной артерии. В большинстве случаев, лечение такого осложнения заключается в длительном надувании баллона (проксимально или в месте перфорации для предотвращения тампонады) и отмене антикоагулянтной терапии [11]. Более перспективной технологией лечения перфораций является имплантация коронарного стент-графта – конструкции на основе «классического» стента, покрытого оболочкой. Именно данная оболочка и формирует герметизирующий слой, благодаря чему, перфорация устраняется. Ряд исследователей считает, что стент-графты для экстренной имплантации должны быть в обязательном порядке на складе профильных подразделений, выполняющих чрескожные коронарные вмешательства [12]. Некоторые крупные иностранные производители имеют в своем арсенале подобные конструкции: например стент-графт, покрытый ксеноперикардальным лоскутом [13]; полимерным материалом PTFE [14] или полиуретаном [15].

Однако на территории Российской Федерации отсутствует собственная модель подобного устройства, что, безусловно, накладывает ограничения на доступность такой перспективной технологии лечения опасного осложнения коронарных вмешательств – перфораций артерии. В настоящем исследовании мы демонстрируем исследовательские наработки, которые могут лечь в основу разработки отечественного стент-графта: некоторые перспективные материалы и подходы к численному моделированию сложного многокомпонентного медицинского изделия.

Целью настоящей работы стало численно-экспериментальное исследование полимерных мембран для перспектив применения в составе конструкции стент-графта для лечения перфораций коронарных артерий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в две последовательные стадии: натурная оценка физико-механических свойств материалов-кандидатов для формирования оболочки стент-графта и численное моделирование биомеханики концепта конструкции в сборе.

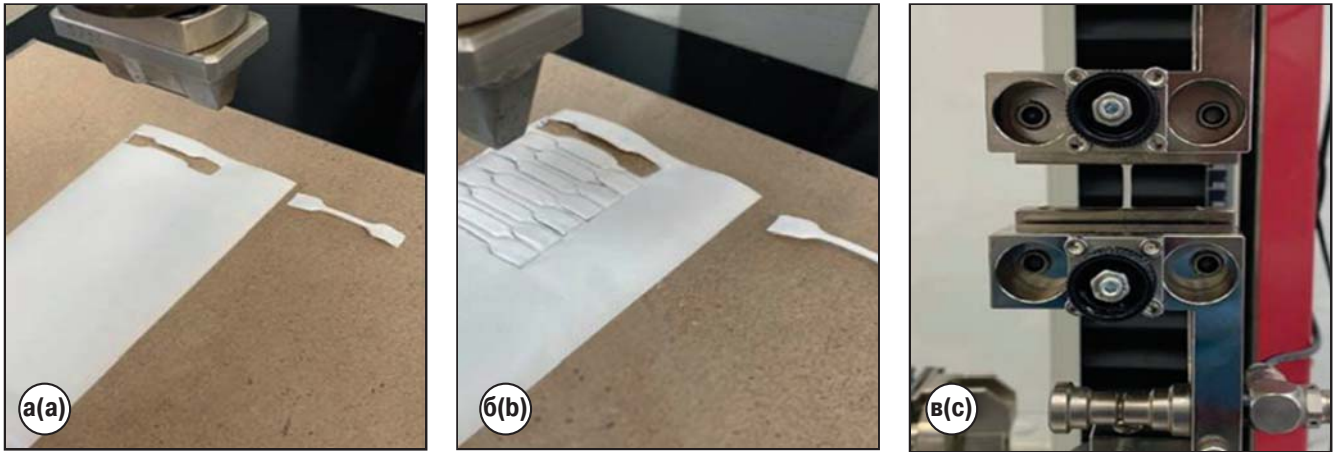
Физикомеханические испытания. Для первого этапа – in vitro оценки свойств материалов для изготовления оболочки, по литературным данным отбирали полимеры, которые обладают потенциалом для данной задачи, прежде всего, с акцентом на высокую биосовместимость и механические свойства: Политетрафторэтилен [16]; Поливиниловый спирт [17]; Соплимер стирол-изобутилен-стирол [18].

В зависимости от материала использовали различные источники получения опытных образцов:

1) Для политетрафторэтилена в качестве исходного лоскута выступила коммерческая мембрана Gore-Tex толщиной 0,58 мм (Gore-Tex, США).

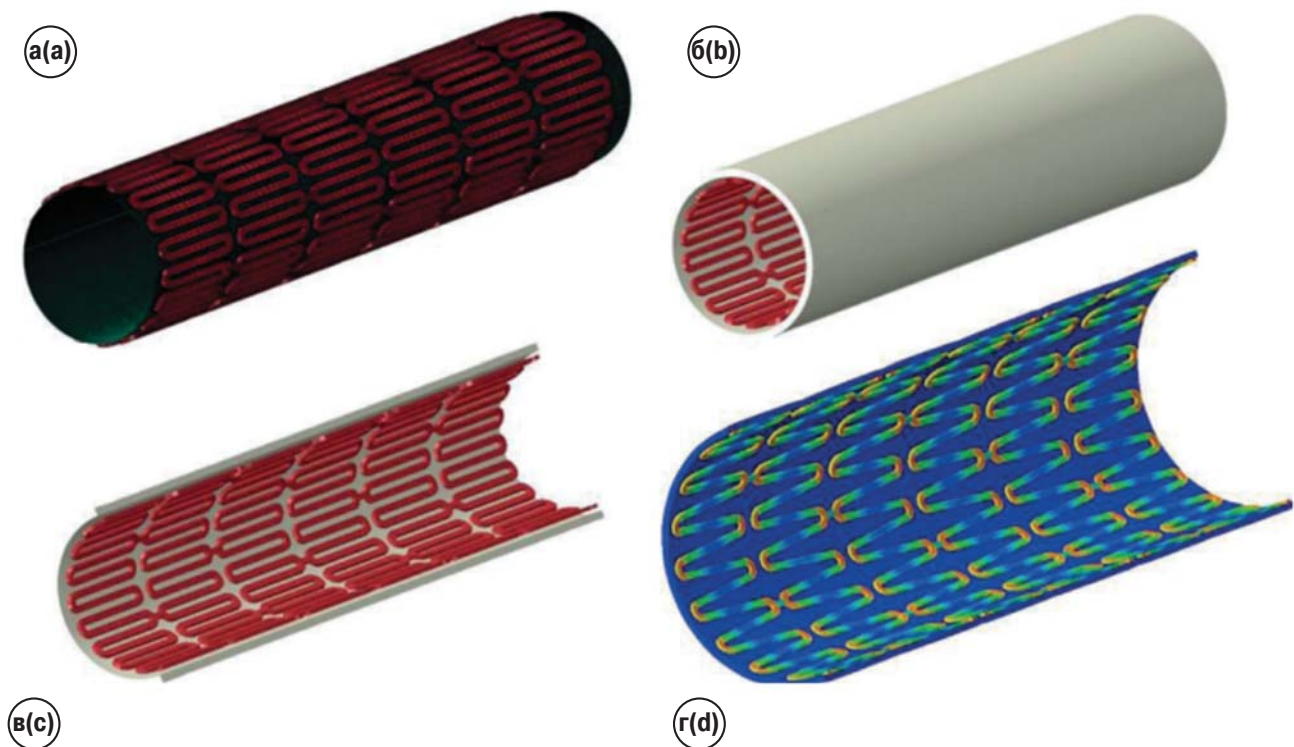
2) Для изготовления образцов из сополимера стирол-изобутилен-стирол исходные гранулы материала синтезировали в НИИ ФХП БГУ (Республика Беларусь) методом контролируемой катионной полимеризации. Молекулярная масса  $M_w$  полимера составила 60,000. Гранулы растворяли в хлороформ безводном, чистотой  $\geq 99\%$  (Sigma Aldrich, США), отливали в чашку Петри и после испарения растворителя получали пластину толщиной 0,1 мм.

3) Образцы из поливинилового спирта молекулярной массой  $M_w$  89,000-98,000, степенью гидролиза ацетатных групп 99+% (Sigma Aldrich, США) получали путем отливки в чашку Петри и последующей криостабилизации в соответствии с методикой, представленной в литературе [19]. Толщина исходного образца составила 1,0 мм. Непосредственно для оценки физико-механических свойств выбранных материалов, все исходные лоскуты и пластины путем вырубki разделяли на тестовые образцы гантелеобразной формы (по 7 штук для каждой выборки),



**Рис. 1.** Исследование физико-механических характеристик полимерных материалов для формирования оболочки стент-графта.  
а – пример моделирования одного гантелеобразного испытательного образца из Политетрафторэтилена;  
б – то же для всей серии образцов из Политетрафторэтилена;  
в – пример фиксации образца в зажимах универсальной испытательной машины «Zwick/Roell»-2.5H.

**Fig. 1.** Physical and mechanical testing of polymeric materials for the stent-graft membrane:  
a - cutting a dumbbell-shaped test sample from polytetrafluoroethylene;  
b - cutting a series of samples from polytetrafluoroethylene;  
c - sample fixation in the clamps of the "Zwick / Roell" -2.5H universal testing machine.



**Рис.2.** Этапы моделирования биомеханики коронарного стент-графта.  
а – исходное состояние стента и дилатационный баллон (объекты визуализированы в виде сетки конечных элементов);  
б – стент и мембрана (отображение сетки конечных элементов скрыто для удобства восприятия);  
в – продольный разрез модели стент-графта и модели баллона;  
г – пример эпюры напряжения по Мизесу после придания рабочего состояния стент-графту (продольный разрез).

**Fig. 2.** Numerical modeling of the coronary stent-graft biomechanics.  
a - initial state of the stent and dilatation balloon (visualized a finite element mesh);  
b - stent and membrane (finite element mesh hidden for clarity);  
c - longitudinal section of the stent-graft model and the balloon model;  
d - example of the von Mises stress distribution in the stent-graft after deployment (longitudinal section).

согласно требованиям ГОСТ ISO 37–2020, тип 4 (рис. 1). Данные образцы исследовали в условиях одноосного теста растяжения на универсальной испытательной машине «Zwick/Roell»-2.5H (Zwick/ Roell, Германия). Каждый образец фиксировали в удерживающих зажимах установки (рис. 1) и растягивали в продольном направлении таким образом, чтобы обеспечить его разрыв. В процессе фиксировали кривые «напряжение-деформация» и итоговые количественные характеристики: предел прочности по напряжению и деформации, рассчитывали модуль упругости.

Численное моделирование. Вторым этапом настоящего исследования стало численное моделирование биомеханики коронарного стент-графта, основной целью которого явилась оценка напряженно-деформированного состояния всех компонентов конструкции в ходе придания устройству рабочего диаметра. Трехмерную модель стента получали на основании литературных данных, представленных Bonsignore C. в рукописи «Open Stent Design» [20]. Построение модели осуществляли в соответствии с описанной в данном руководстве последовательностью в среде Solid Works 2020 (Dassault Systemes, Франция). Исходная геометрия стента имеет наружный диаметр 1,915 мм, а нанесенная сверху мембрана формирует дополнительный слой 0,1 мм. Таким образом, итоговый наружный диаметр конструкции составляет 2,015 мм.

В настоящем исследовании мы имитировали придание рабочего диаметра стента на 50% от исходного 1,915 до 2,87 мм (рис. 2, а-г).

Численное моделирование процесса придания рабочего диаметра стент-графту проводили в среде инженерного анализа Abaqus/CAE (Dassault systemes, Франция). Трехмерную модель прототипа коронарного стента импортировали в данное программное обеспечение, после чего создавали сетку на основе гексаэдров типа C3D8 из 29 952 конечных элементов и 58 752 узлов (рис. 2, а). В качестве мембраны стент-графта использовали объемное цилиндрическое тело. Придание рабочего диаметра осуществляли путем взаимодействия модели стента с цилиндриче-

ской поверхностью, имитирующей дилатационный баллон (рис. 2, а).

Моделью материала для стента стало линейное описание нержавеющей стали согласно литературным данным: модуль упругости 196 ГПа; 0,2% предел текучести 592 МПа; предел прочности 884 МПа [21].

Моделью материала для мембраны стали линейные описания трех исследованных на первом этапе материалов: политетрафторэтилен, поливиниловый спирт, сополимер стирол-изобутилен-стирол. Баллон описан поверхностью из конечных элементов SFM3D4R без придания свойств. Контакт между телами задан моделью Колумба с попарным определением объектов, вступающих во взаимодействие: «баллон-стент» и «стент-мембрана». В качестве решателя выступил Abaqus Explicit, реализующий явную интеграцию по времени и учет динамических явлений при оценке биомеханики стент-графта.

В ходе численного моделирования оценивали напряженно-деформированное состояние объектов моделирования: напряжение по Мизесу, как критерий разрушаемости мембраны; силу, возникающую при придании рабочего диаметра.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Физико-механические испытания. В ходе первого этапа исследования показано, что наилучшими механическими характеристиками с позиции разработки стент-графта обладает материал No2 – сополимер стирол-изобутилен-стирол (табл. 1), продемонстрировавший высокое напряжение и наибольшую деформацию при разрыве.

Важнейшей характеристикой мембраны стент-графта должна явиться способность материала растягиваться до больших состояний, т.к. конструкция в процессе своей имплантации способна претерпевать значительные изменения диаметров (минимум до 150% от исходного). Мембрана должна следовать за расширением стента и, при этом, сохранять свою целостность, чтобы обеспечить надежную герметизацию места перфорации.

**Таблица 1. Физико-механические характеристики полимерных материалов-кандидатов для изготовления мембран стент-графта**

**Table 1. Physical and mechanical properties of candidate polymers for manufacturing the stent-graft membrane**

N	Полимер / Polymer	Напряжение разрыва, МПа / Tensile strength, MPa	Деформация разрыва / Elongation at break, %	Модуль упругости при разрыве, МПа / Young's module, MPa
1	Политетрафторэтилен / Polytetrafluoroethylene	29,75 [29,18; 30,36]	274,4 [270,9;280,4]	11,1 [10,8;11,3]
2	Сополимер стирол-изобутилен-стирол / Styrene isobutylenestyrene copolymer	9,87 [9,02; 10,88]	744,9 [737,0;837,8]	4,08 [3,8; 4,4]
3	Поливиниловый спирт / Polyvinyl alcohol	2,44 [1,62; 2,71]	384,9 [313,4;390,6]	0,11 [0,116; 0,120]

**Примечание:** все данные представлены как медиана и [25, 75].

**Note:** data are presented as median and interquartile range [25, 75].

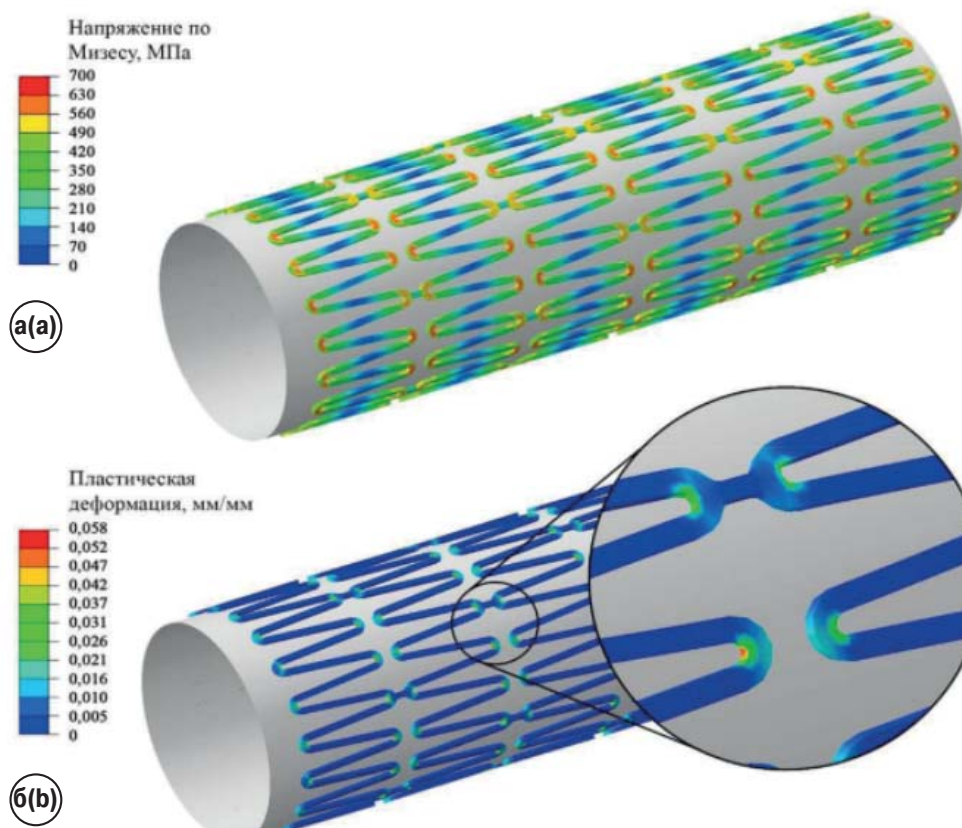
Из анализа **таблицы 1** видно, что материалы No1 и No3 уступают по данному критерию: деформация для них составила значительно меньшие значения, чем для сополимера стирол-изобутилен-стирол. Модуль упругости, как характеристика жесткости образцов, различался значительно. Так, наиболее жестким оказался материал No1, что закономерно: высокое напряжение разрыва сочетается с низкой максимальной деформацией (медиана 274,4%). Такой материал, потенциально, малоприспособен для реализации проектируемой конструкции. Для растяжения мембраны из жесткого политетрафторэтилена потребуется дополнительное значительное усилие при им-плантации, однако данный аспект будет исследован более детально далее. Обратную ситуацию демонстрируют сополимер стирол-изобутилен-стирол и поливиниловый спирт – умеренно «мягкие» материалы, которые, кроме того, обладают значительной растяжимостью.

#### Численное моделирование

Учитывая комплексную биомеханику работы устройств, результаты моделирования его поведения необходимо рассматривать сперва раздельно – анализируя стент и оболочку, а затем – в целом, как конструкцию в сборе. При придании рабочего диаметра стенту в отдельных его

узлах происходит переход эластической деформации в пластическую, благодаря чему закрепляется итоговая форма (**рис. 3, а,б**). Количественно этот эффект продемонстрирован в виде напряжения по Мизесу, которое достигает 703 МПа. С одной стороны, данные амплитуды ожидаемо превышают предел текучести (592 МПа), и, таким образом, модель материала стента реализует свою функцию сохранения формы после раздувания баллона за счет пластической (необратимой деформации).

С другой стороны, напряжения не достигают предела прочности (884 МПа), т.е. не приводят к разрушению элементов стента. Отдельно стоит отметить эластический «отскок» – рекойл, который приводит к падению диаметра стента после сдувания баллона. Такое поведение ожидаемо и обусловлено релаксацией эластической компоненты материала к нулевым значениям после снятия нагрузки. В данном случае рекойл составил 4%, что, в целом, является приемлемой долей, сравнимой с аналогичными стентовыми конструкциями [22]. Поведение второго компонента стент-графта – мембраны, значительно различалось в зависимости от материала, что обусловлено, прежде всего, различиями их физико-механических характеристик.



**Рис. 3.** Визуализация напряженно-деформированного состояния стента после придания рабочего диаметра.  
а – напряжение по Мизесу;  
б – пластическая деформация.

**Fig. 3.** Visualization of the stress-strain state of the stent after deployment:  
a – von Mises stress;  
b – plastic deformation.

На основе количественной оценки модуля упругости (табл. 1), материалы можно ранжировать по убыванию данного показателя в последовательности: политетрафторэтилен (11,1 МПа) >> сополимер стирол-изобутилен-стирол (4,08 МПа) >> поливиниловый спирт (0,11 МПа). Именно в такой последовательности наблюдали и распре-

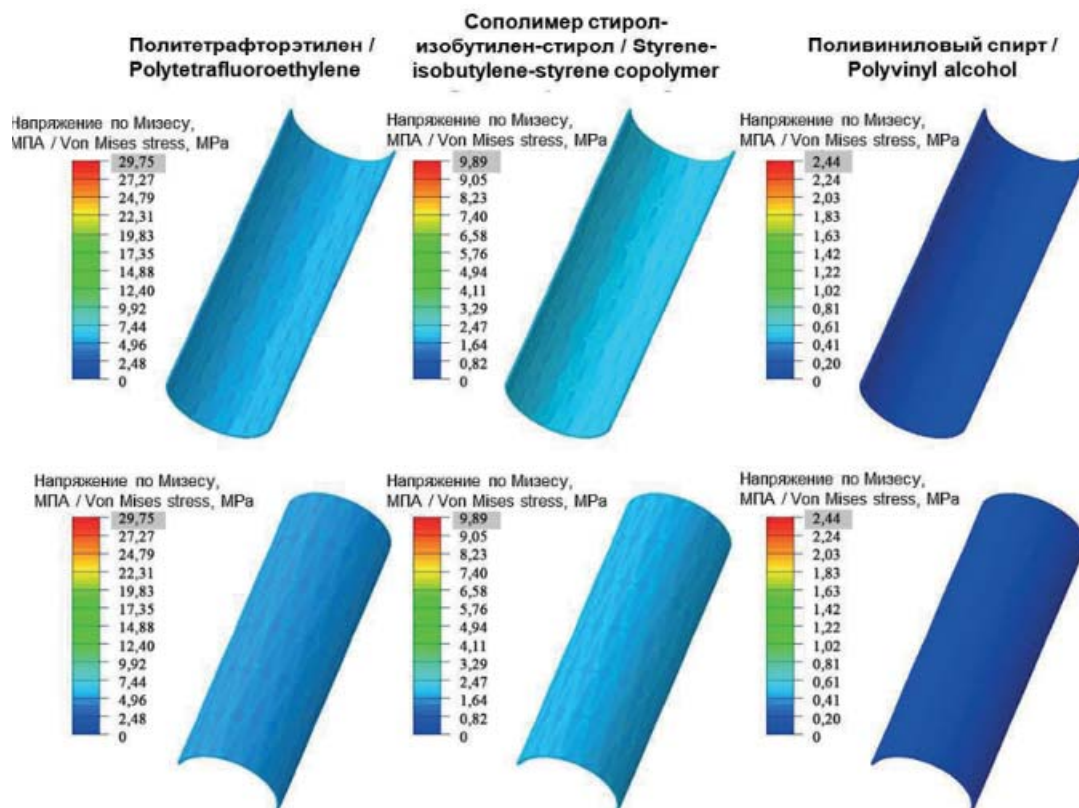
деление максимальных напряжений по Мизесу, возникающих в материалах при моделировании. Наибольшее значение продемонстрировал самый «жесткий» материал политетрафторэтилен: 7,50 МПа; минимальное – самый «мягкий» материал поливиниловый спирт, достигший 0,08 МПа.

**Таблица 2. Подробная характеристика напряжений по Мизесу в материале мембраны из исследованных материалов**

Table 2. Von Mises stress results for polymeric membranes

Материал / Material	Среднее, МПа / Mean, MPa	Ст. откл., МПа / Standard deviation, MPa	Минимум, МПа / Min, MPa	Максимум, МПа / Max, MPa	Предел*, МПа / Tensile strength*, MPa
Политетрафторэтилен / Polytetrafluoroethylene	5,20	0,339	4,30	7,50	29,75
Сополимер стирол-изобутилен-стирол / Styrene-isobutylene-styrene copolymer	0,05	0,004	0,04	0,08	9,87
Поливиниловый спирт / Polyvinyl alcohol	1,93	0,131	1,60	2,80	2,44

**Примечание:** \* – предел прочности материалов, полученный по результатам первого этапа (исследования физико-механических свойств).  
**Note:** \* - tensile strength values were obtained at stage 1 (assessment of physical and mechanical properties).



**Рис. 4.** Сравнение эпюр напряжения по Мизесу, сформированное в мембране стент-графта (стент исключен из визуализации): для мембраны из политетрафторэтилена, из сополимера стирол-изобутилен-стирол, из поливинилового спирта. Все изображения представлены в шкале напряжений с максимумом, равным пределу прочности для каждого материала (выделен серым).

**Fig. 4.** Comparison of Mises stress distribution in the stent graft membrane (stent excluded from visualization): polytetrafluoroethylene membrane, styrene-isobutylene-styrene copolymer membrane, and polyvinyl alcohol membrane. All images are shown in stress scale with a maximum equal to the tensile strength for each material (highlighted in grey).

Сополимер стирол-изобутилен-стирол достигал промежуточных значений – 2,80 МПа (табл. 2).

Данный результат вполне ожидаем: всем материалам необходимо растянуться до одинакового рабочего диаметра стента (2,87 мм), поэтому чем выше их модуль упругости, тем выше возникающие напряжения, т.к. деформация одинакова. Качественный анализ эпюр напряжения по Мизесу в модели мембраны продемонстрировал неравномерное распределение, связанное с местами контакта стента и мембраны – формирующими характерный «отпечаток» (рис. 4).

Однако даже при такой неравномерности мы не наблюдали закритического напряжения (выше предела прочности материалов), что свидетельствует о полной применимости данных полимеров в качестве мембран.

В заключении анализа необходимо оценить всю систему «стент-мембрана» комплексно. Ключевой особенностью биомеханики каждого стент-графта стали различия в силах, необходимых для придания конечной (имплантированной) формы изделию. Ожидаемо, показано, что более жесткий политетрафторэтилен требует значительно больших усилий во время имплантации. Так, суммарная сила, требующаяся для раскрытия только стента, составила 8 Н. Для раскрытия стент-графта с мембраной из сополимера стирол-изобутилен-стирол и поливинилового спирта – 11 Н или 12 Н соответственно. А для случая исполнения мембраны из наиболее жесткого политетрафторэтилена – 15 Н, что в 1,875 раз больше, чем для раскрытия стента.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Численное моделирование, основанное на результатах натуральных испытаний является ключевым подходом для инженерного исследования различных конструкций, в том числе в медицине. Благодаря такому подходу возможно определение материалов и форм устройств для последующего прототипирования в качестве опытных образцов [23, 24]. Именно поэтому такой подход активно применяют на ранних этапах исследований, отбирая из широкого перечня потенциальных инженерных решений перспективные [25, 26].

Настоящая работа наглядно демонстрирует сочетание результатов натуральных (физико-механических) испытаний и численного моделирования на примере исследования концепции коронарного стент-графта – многокомпонентного устройства со сложным взаимодействием отдельных элементов. Исходя из концепции такого инженерного анализа в настоящей задаче стоит рассматривать в качестве перспективного – материал на основе сополимера стирол-изобутилен-стирол, который продемонстрировал и наибольшую способность к растяжению, и умеренную жесткость (модуль упругости).

Безусловно, два других материала также обладают удовлетворительными характеристиками, которые, стоит ожидать, обеспечат требуемые качества стент-графта – исследования физико-механических свойств и численный

анализ не выявили потенциальных критических областей с риском разрушения или образования трещин в мембране. Однако осуществлять переход к прототипированию и натурным *in vitro* исследованиям необходимо, начиная с оптимального материала – сополимера стирол-изобутилен-стирол. Дополнительным фактором в пользу такого выбора может стать активное исследование перспектив его применения в кардиоваскулярной медицине в качестве материала для створчатого аппарата протезов клапанов сердца [27, 28], что подтверждает высокую био- и гемосовместимость.

Поэтому использование данного полимера одновременно удовлетворяет и требованиям функциональности (растяжения), и критериям безопасности, предъявляемым к имплантируемым устройствам (контакту с кровью, клетками и т.д.).

Однако помимо основной цели – выбора перспективного материала для последующего прототипирования модели коронарного стент-графта, стоит обсудить специфический результат, полученный при численном моделировании. Этот результат связан с оценкой сил, требующихся для придания рабочего диаметра устройству. В настоящем исследовании мы получили значительный рост ее амплитуды при добавлении к модели стента мембраны из политетрафторэтилена, что потенциально, может нарушать или усложнять работу всего устройства. Имплантацию коронарного стента осуществляют с помощью баллона высокого давления, придавая воздействие в 13-20 атм. [29]. Большинство расходных материалов, применяемых для имплантации стентов – прежде всего, специальные шприцы-индефляторы, создающие такое давление, рассчитаны именно на данные диапазоны нагрузок.

Стент-графт на основе политетрафторэтилена, по результатам моделирования, потребует применения давления, в 1,875 раз больше «обычного», что, безусловно, может стать существенным ограничением для прикладного применения такого изделия. Большинство коммерческих шприцов-индефляторов не смогут создать такую нагрузку. Оба других материала из исследования – поливиниловый спирт и сополимер стирол-изобутилен-стирол, не предполагают такого критического роста давления, поэтому в отдаленной перспективе должны оказаться более универсальными. Описанный нами аспект подобного анализа, помимо прямой прикладной значимости – «выбраковки» конкретного материала из последующего исследования, несет важную идею.

Численное моделирование способно представить результаты не только инженерной оценки – измерения амплитуд напряжений и деформаций, но и дополнительные, функциональные характеристики, например, требуемое давление для придания стентграфту рабочего диаметра. А выводы, сделанные на основе такого расширенного анализа, могут выявить неявные критерии выбора оптимальных материалов и форм для более поздних стадий разработки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая совокупность результатов натуральных испытаний и численного моделирования, стоит предполагать, что перспективными с позиции дальнейшей разработки концепции собственного коронарного стент-графта необходимо рассматривать только два материала из

исследования: сополимер стирол-изобутилен-стирол и поливиниловый спирт. Данные материалы в текущей постановке демонстрируют приемлемые характеристики: возможность значительного растяжения без разрушения, умеренный модуль упругости и малые силы, требуемые для растяжения материала. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shaikat A., Tajti P., Sandoval Y. et al. Incidence, predictors, management and outcomes of coronary perforations. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2019; 93(1):48–56. DOI: [10.1002/ccd.27706](https://doi.org/10.1002/ccd.27706)
2. Стаферов А.В., Сорокин А.В., Дундуа Д.П. и др. Перфорация левой коронарной артерии во время реваскуляризации. *Российский журнал эндоваскулярной хирургии.* 2020;7(1S):262-270.
3. Hirai T., Nicholson W.J., Sapontis J. et al. OPEN-CTO Study Group. A Detailed Analysis of Perforations During Chronic Total Occlusion Angioplasty. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019; 12(19):1902–1912. DOI: [10.1016/j.jcin.2019.05.024](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.05.024)
4. Parsh J., Seth M., Green J. et al. Coronary artery perforations after contemporary percutaneous coronary interventions: Evaluation of incidence, risk factors, outcomes, and predictors of mortality. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;89(6):966–973. DOI: [10.1002/ccd.26917](https://doi.org/10.1002/ccd.26917)
5. Fejka M., Dixon S.R., Safian R.D. et al. Diagnosis, management, and clinical outcome of cardiac tamponade complicating percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol.* 2002; 90(11):1183–1186. DOI: [10.1016/S0002-9149\(02\)02831-X](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)02831-X)
6. Von Sohsten R., Kopistansky C., Cohen M. et al. Cardiac tamponade in the “new device” era: Evaluation of 6999 consecutive percutaneous coronary interventions. *Am Heart J.* 2000; 140(2):279–283. DOI: [10.1067/mhj.2000.107996](https://doi.org/10.1067/mhj.2000.107996)
7. Семёнов В.Ю., Самородская И.В. Динамика числа реваскуляризации миокарда в России и мире в 2000–2018 годах. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2021;10(4):68-78. DOI: [10.17802/2306-1278-2021-10-4-68-78](https://doi.org/10.17802/2306-1278-2021-10-4-68-78)
8. Danek B.A., Karatasakis A., Tajti P. et al. Incidence, Treatment, and Outcomes of Coronary Perforation During Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *Am J Cardiol.* 2017; 120(8):1285–1292. DOI: [10.1016/j.amjcard.2017.07.010](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.07.010)
9. Litvack F., Eigler N., Margolis J. et al. Percutaneous excimer laser coronary angioplasty: Results in the first consecutive 3,000 patients. *J Am Coll Cardiol.* 1994;23(2):323–329. DOI: [10.1016/0735-1097\(94\)90414-6](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)90414-6)
10. Al-Mukhaini M., Panduranga P., Sulaiman K. et al. Coronary perforation and covered stents: An update and review. *Hear Views.* 2011; 12(2):63–70 DOI: [10.4103/1995-705X.86017](https://doi.org/10.4103/1995-705X.86017)
11. Jacob D., Savage M.P., Fischman D.L. Novel Approaches to Coronary Perforations. *JACC Case Reports.* 2022; 4(3):142–144. DOI: [10.1016/j.jaccas.2021.12.019](https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2021.12.019)
12. Ekici B., Erkan A.F., Kütük U. Successful Management of Coronary Artery Rupture with Stent-Graft: A Case Report. *Case Rep Med.* 2014; 2014:1–4. DOI: [10.1155/2014/391843](https://doi.org/10.1155/2014/391843)
13. Chen S., Lotan C., Jaffe R. Pericardial covered stent for coronary perforations. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2015; 86(3):400–404. DOI: [10.1002/ccd.26011](https://doi.org/10.1002/ccd.26011)
14. Araki M., Hikita H., Sudo Y. et al. Restenosis of a Polytetrafluoroethylene-Covered Stent Visualized by Coronary Angioscopy and Optical Coherence Tomography: A Case Report. *Int J Angiol.* 2020; 29(01):058–062. DOI: [10.1055/s-0039-1685510](https://doi.org/10.1055/s-0039-1685510)
15. Barbero U., Cerrato E., Secco G.G. et al. Papyrus coronary stent system: the ultrathin struts polyurethane-covered stent. *Future Cardiol.* 2020; 16(5):405–411 DOI: [10.2217/fca-2020-0022](https://doi.org/10.2217/fca-2020-0022)
16. Hu K., Li Y., Ke Z. History, progress and future challenges of artificial bloodvessels: a narrative review. *Biomater Transl.* 2022; 3(1):81–98. DOI: [10.12336/biomatertransl.2022.01.008](https://doi.org/10.12336/biomatertransl.2022.01.008)
17. Alexandre N., Ribeiro J., Gärtner A. et al. Biocompatibility and hemocompatibility of polyvinyl alcohol hydrogel used for vascular grafting- In vitro and in vivo studies. *J Biomed Mater Res Part A.* 2014; 102(12):4262–4675 DOI: [10.1002/jbm.a.35098](https://doi.org/10.1002/jbm.a.35098)
18. Wang Q., McGoron A.J., Bianco R. et al. In-vivo assessment of a novel polymer (SIBS) trileaflet heart valve. *J Heart Valve Dis.* 2010; 19(4):499–505.
19. Hassan C.M., Peppas N.A. Structure and Morphology of Freeze/Thawed PVA Hydrogels. *Macromolecules.* 2000; 33(7):2472–2479. DOI: [10.1021/ma9907587](https://doi.org/10.1021/ma9907587)
20. Bonsignore C. Open Stent Design: Design and analysis of self expanding cardiovascular stents. , SC Creat Indep Publ Platf. 212AD;94. DOI: [10.6084/M9.FIGSHARE.95614](https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.95614)
21. Lewandowski J.J., Varadarajan R., Smith B. et al. Tension and fatigue behavior of 316LVM 1×7 multi-strand cables used as implantable electrodes. *Mater Sci Eng A.* 2008; 486(1–2):447–454. DOI: [10.1016/j.msea.2007.11.016](https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.11.016)
22. Aziz S., Morris J.L., Perry R.A. et al. Stent expansion: a combination of delivery balloon underexpansion and acute stent recoil reduces predicted stent diameter irrespective of reference vessel size. *Heart.* 2006; 93(12):1562–1566. DOI: [10.1136/hrt.2006.107052](https://doi.org/10.1136/hrt.2006.107052)
23. Morrison T.M., Dreher M.L., Nagaraja S. The Role of Computational Modeling and Simulation in the Total Product Life Cycle of Peripheral Vascular Devices. *J Med Device.* 2017; 11(2):024503. DOI: [10.1115/1.4035866](https://doi.org/10.1115/1.4035866)
24. Morrison T.M., Pathmanathan P., Adwan M. Advancing Regulatory Science With Computational Modeling for Medical Devices at the FDA’s Office of Science and Engineering Laboratories. *Front Med.* 2018;5:241. DOI: [10.3389/fmed.2018.00241](https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00241)
25. Ardatov K.V., Nushtaev D. V. Deformation Characteristics

of Coronary Stents of the Matrix and Continuous Sinusoidal Types in Free Expansion: Computer Simulation. *Современные технологии в медицине*. 2018; 10 (2); 31-35. DOI: [10.17691/stm2018.10.2.03](https://doi.org/10.17691/stm2018.10.2.03)

26. Prendergast P.J., Lally C. Lennon A.B. Finite element modelling of medical devices. *Med Eng Phys*. 2009;31(4):419. DOI: [10.1016/j.medengphy.2009.03.002](https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2009.03.002)

27. Oveissi F, Naficy S., Lee A. et al. Materials and manufacturing perspectives in engineering heart valves: a review. *Mater Today Bio*. 2020; 5: 100038. DOI: [10.1016/j.mtbio.2019.100038](https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2019.100038)

28. Rezvova M.A., Ovcharenko E.A., Nikishev P.A. et al

Prospects for Using Styrene-Isobutylene- Styrene (SIBS) Triblock Copolymer as a Cusp Material for Leaflet Heart Valve Prostheses: Evaluation of Physicochemical and Mechanical Properties. *Russ J Appl Chem*. 2019;92(1):9-19. DOI: [10.1134/S1070427219010026](https://doi.org/10.1134/S1070427219010026)

29. Fedorchenko A.N., Protopopov A.V., Osiev A.G. et al. Impact of stent implantation pressure in coronary arteries on early and long-term results of percutaneous coronary interventions. *International Journal of Interventional Cardioangiology*. 2008;14:86-87.

## REFERENCES

1. Shaukat A., Tajti P, Sandoval Y. et al. Incidence, predictors, management and outcomes of coronary perforations. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019; 93(1):48-56. DOI: [10.1002/ccd.27706](https://doi.org/10.1002/ccd.27706)

2. Staferov A.V., Sorokin A.V., Dundua D.P. et al. Perforation of the left main coronary artery during left coronary artery revascularization. *Russian Journal of Endovascular Surgery* 2020; 7(1S):262-270 [In Russ].

3. Hirai T, Nicholson W.J., Sapontis J. et al. OPEN-CTO Study Group. A Detailed Analysis of Perforations During Chronic Total Occlusion Angioplasty. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019; 12(19):1902-1912. DOI: [10.1016/j.jcin.2019.05.024](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.05.024)

4. Parsh J., Seth M., Green J. et al. Coronary artery perforations after contemporary percutaneous coronary interventions: Evaluation of incidence, risk factors, outcomes, and predictors of mortality. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2017; 89(6):966-973. DOI: [10.1002/ccd.26917](https://doi.org/10.1002/ccd.26917)

5. Fejka M., Dixon S.R., Safian R.D. et al. Diagnosis, management, and clinical outcome of cardiac tamponade complicating percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*. 2002; 90(11):1183-1186. DOI: [10.1016/S0002-9149\(02\)02831-X](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)02831-X)

6. Von Sohsten R., Kopistansky C., Cohen M. et al. Cardiac tamponade in the "new device" era: Evaluation of 6999 consecutive percutaneous coronary interventions. *Am Heart J*. 2000; 140(2):279-283. DOI: [10.1067/mhj.2000.107996](https://doi.org/10.1067/mhj.2000.107996)

7. Semenov V.Yu., Samorodskaya I.V. Dynamics of the number of myocardial revascularization operations in some countries in comparison with the Russian Federation in 2000-2018. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2021; 0(4):68-78. DOI: [10.17802/2306-1278-2021-10-4-68-78](https://doi.org/10.17802/2306-1278-2021-10-4-68-78) [In Russ].

8. Danek B.A., Karatasakis A., Tajti P. et al. Incidence, Treatment, and Outcomes of Coronary Perforation During Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *Am J Cardiol*. 2017; 120(8):1285-1292. DOI: [10.1016/j.amjcard.2017.07.010](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.07.010)

9. Litvack F, Eigler N, Margolis J. et al. Percutaneous excimer laser coronary angioplasty: Results in the first consecutive 3,000 patients. *J Am Coll Cardiol*. 1994; 23(2):323-329. DOI: [10.1016/0735-1097\(94\)90414-6](https://doi.org/10.1016/0735-1097(94)90414-6)

10. Al-Mukhaini M., Panduranga P, Sulaiman K. et al. Coronary perforation and covered stents: An update and review. *Hear Views*. 2011; 12(2):63-70 DOI: [10.4103/1995-705X.86017](https://doi.org/10.4103/1995-705X.86017)

11. Jacob D., Savage M.P., Fischman D.L. Novel Approaches to Coronary Perforations. *JACC Case Reports*. 2022; 4(3):142-144. DOI: [10.1016/j.jaccas.2021.12.019](https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2021.12.019)

12. Ekici B., Erkan A.F., Kütük U. Successful Management of Coronary Artery Rupture with Stent-Graft: A Case Report. *Case Rep Med*. 2014; 2014:1-4. DOI: [10.1155/2014/391843](https://doi.org/10.1155/2014/391843)

13. Chen S., Lotan C., Jaffe R. Pericardial covered stent for coronary perforations. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2015; 86(3):400-404. DOI: [10.1002/ccd.26011](https://doi.org/10.1002/ccd.26011)

14. Araki M., Hikita H., Sudo Y. et al. Restenosis of a Polytetrafluoroethylene-Covered Stent Visualized by Coronary Angioscopy and Optical Coherence Tomography: A Case Report. *Int J Angiol*. 2020; 29(01):058-062. DOI: [10.1055/s-0039-1685510](https://doi.org/10.1055/s-0039-1685510)

15. Barbero U, Cerrato E., Secco G.G. et al. Papyrus coronary stent system: the ultrathin struts polyurethane-covered stent. *Future Cardiol*. 2020; 16(5):405-411 DOI: [10.2217/fca-2020-0022](https://doi.org/10.2217/fca-2020-0022)

16. Hu K., Li Y., Ke Z. History, progress and future challenges of artificial blood vessels: a narrative review. *Biomater Transl*. 2022; 3(1):81-98. DOI: [10.12336/biomatertransl.2022.01.008](https://doi.org/10.12336/biomatertransl.2022.01.008)

17. Alexandre N., Ribeiro J., Gärtner A. et al. Biocompatibility and hemocompatibility of polyvinyl alcohol hydrogel used for vascular grafting- In vitro and in vivo studies. *J Biomed Mater Res Part A*. 2014;102(12):4262-4675 DOI: [10.1002/jbm.a.35098](https://doi.org/10.1002/jbm.a.35098)

18. Wang Q., McGoron A.J., Bianco R. et al. In-vivo assessment of a novel polymer (SIBS) trileaflet heart valve. *J Heart Valve Dis*. 2010;19(4):499-505.

19. Hassan C.M., Peppas N.A. Structure and Morphology of Freeze/Thawed PVA Hydrogels. *Macromolecules*. 2000; 33(7):2472-2479. DOI: [10.1021/ma9907587](https://doi.org/10.1021/ma9907587)

20. Bonsignore C. Open Stent Design: Design and analysis of self expanding cardiovascular stents. , *SC Creat Indep Publ Platf*. 212AD;94. DOI: [10.6084/M9.FIGSHARE.95614](https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.95614)

21. Lewandowski J.J., Varadarajan R., Smith B. et al. Tension and fatigue behavior of 316LVM 1x7 multi-strand cables used as implantable electrodes. *Mater Sci Eng A*. 2008; 486(1-2):447-454. DOI: [10.1016/j.msea.2007.11.016](https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.11.016)

22. Aziz S., Morris J.L., Perry R.A. et al. Stent expansion: a combination of delivery balloon underexpansion and acute stent recoil reduces predicted stent diameter irrespective of reference vessel size. *Heart*. 2006; 93(12):1562-1566. DOI: [10.1136/hrt.2006.107052](https://doi.org/10.1136/hrt.2006.107052)

23. Morrison T.M., Dreher M.L., Nagaraja S. The Role of Com-

putational Modeling and Simulation in the Total Product Life Cycle of Peripheral Vascular Devices. *J Med Device*. 2017;11(2):024503. DOI: [10.1115/1.4035866](https://doi.org/10.1115/1.4035866)

24. Morrison T.M., Pathmanathan P., Adwan M. Advancing Regulatory Science With Computational Modeling for Medical Devices at the FDA's Office of Science and Engineering Laboratories. *Front Med*. 2018; 5:241. DOI: [10.3389/fmed.2018.00241](https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00241)

25. Ardatov K.V., Nushtaev D.V. Deformation Characteristics of Coronary Stents of the Matrix and Continuous Sinusoidal Types in Free Expansion: Computer Simulation. *Sovrem Tehnol v Med*. 2018;10(2):31–36 DOI: [10.17691/stm2018.10.2.03](https://doi.org/10.17691/stm2018.10.2.03)

26. Prendergast P.J., Lally C. Lennon A.B. Finite element modelling of medical devices. *Med Eng Phys*. 2009; 31(4):419. DOI: [10.1016/j.medengphy.2009.03.002](https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2009.03.002)

27. Oveissi F, Naficy S., Lee A. et al Materials and manufacturing perspectives in engineering heart valves: a review. *Mater Today Bio*. 2020; 5: 100038. DOI: [10.1016/j.mtbio.2019.100038](https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2019.100038)

28. Rezvova M.A., Ovcharenko E.A., Nikishev P.A. et al Prospects for Using Styrene-Isobutylene- Styrene (SIBS) Triblock Copolymer as a Cusp Material for Leaflet Heart Valve Prostheses: Evaluation of Physicochemical and Mechanical Properties. *Russ J Appl Chem*. 2019; 92(1):9–19. DOI: [10.1134/S1070427219010026](https://doi.org/10.1134/S1070427219010026)

29. Fedorchenko A.N., Protopopov A.V., Osiev A.G. et al Impact of stent implantation pressure in coronary arteries on early and long-term results of percutaneous coronary interventions. *International Journal of Interventional Cardioangiography*. 2008; 14:86–87.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Клышников Кирилл Юрьевич** – [ORCID: 0000-0003-3211-1250] к.м.н., научный сотрудник лаборатории новых биоматериалов ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» 650002, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Сосновый бульвар, 6

**Овчаренко Евгений Андреевич** – [ORCID: 0000-0001-7477-3979] к.т.н., заведующий лабораторией новых биоматериалов ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» 650002, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Сосновый бульвар, 6

**Резвова Мария Александровна** – [ORCID: 0000-0002-4405-8904] младший научный сотрудник лаборатории новых биоматериалов ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» 650002, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Сосновый бульвар, 6

**Глушкова Татьяна Владимировна** – [ORCID: 0000-0003-4890-0393] к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории новых биоматериалов

ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» 650002, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Сосновый бульвар, 6

**Барбараш Леонид Семенович** – [ORCID: 0000-0001-6981-9661] д.м.н., профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» 650002, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Сосновый бульвар, 6

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Финансирование.** Данная работа выполнена в рамках фундаментальной темы №0419-2022-0001 «Молекулярные, клеточные и биомеханические механизмы патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний в разработке новых методов лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе персонализированной фармакотерапии, внедрения малоинвазивных медицинских изделий, биоматериалов и тканеинженерных имплантатов» (научный руководитель – академик РАН Л.С. Барбараш).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## AUTHOR INFORMATION FORM

**Kirill Yu. Klyshnikov** – [ORCID: 0000-0003-3211-1250] PhD, Researcher, Laboratory of Novel Biomaterials FSBRI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases" 6, Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

**Evgeny A. Ovcharenko** – [ORCID: 0000-0001-7477-3979] PhD, Head of the Laboratory of Novel Biomaterials FSBRI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases" 6, Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

**Maria A. Rezvova** – [ORCID: 0000-0002-4405-8904] Junior Researcher, Laboratory of Novel Biomaterials FSBRI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases" 6, Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

**Tatyana V. Glushkova** – [ORCID: 0000-0003-4890-0393] PhD, Senior Researcher, Laboratory of Novel Biomaterials FSBRI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases" 6, Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

**Leonid S. Barbarash** – [ORCID: 0000-0001-6981-9661] MD, PhD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher FSBRI "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases" 6, Sosnovy Blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

**Funding.** This work was carried out within the framework of the fundamental topic No. 0419-2022-0001 "Molecular, Cellular, and Biomechanical Mechanisms of Cardiovascular Disease Pathogenesis in the Development of New Treatment Methods Based on Personalized Pharmacotherapy, the Introduction of Minimally Invasive Medical Devices, Biomaterials, and Tissue-Engineered Implants" (Scientific Supervisor: Academician of the Russian Academy of Sciences L.S. Barbarash).

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

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## ИЗМЕНЕНИЯ ТАКТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ БЕЗЫМЯННОЙ АРТЕРИИ (reprint)

Д.Ф. Белоярцев<sup>1,2</sup>, \*Д.В. Полянский<sup>1</sup><sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Полянский Дмитрий Владимирович (Dmitry V. Polyansky), e-mail: polyanskydmitriy@yandex.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** проанализировать изменения в современных подходах к хирургическому лечению атеросклеротического поражения брахиоцефального ствола.**Материалы и методы:** в рамках статьи проведен анализ современных источников литературы, посвященных проблеме лечения атеросклеротических поражений брахиоцефального ствола. Представлены данные хирургического лечения больных с асимптомными поражениями брахиоцефального ствола, обсуждены вопросы доступа при операциях на брахиоцефальном стволе, показаны результаты выполнения эндартерэктомии и экстраторакальных реконструкций. Отдельно обсуждено место эндоваскулярной хирургии в лечении атеросклеротических поражений брахиоцефального ствола.**Результаты:** результаты анализа литературных данных свидетельствуют о том, что методом выбора хирургического лечения безымянной артерии при ее стенотическом поражении на сегодняшний день является эндоваскулярное вмешательство. Однако средние сроки наблюдения после указанных вмешательств ограничиваются 5-летним периодом, и уже на этих сроках они уступают открытым реконструкциям по результативности в отношении проходимости реконструированных артерий. В случаях окклюзионных поражений, технического неуспеха и развития рестеноза или окклюзии стента остается актуальным вопрос об открытых вмешательствах, из которых наиболее предпочтительна интраторакальная реконструкция.**Выводы:** в настоящее время произошли изменения подхода к хирургическому лечению атеросклеротического поражения безымянной артерии: проведение оперативных вмешательств на асимптомной стадии, изменение оперативного доступа в пользу частичной стернотомии, выполнение протезирования брахиоцефального ствола в противовес эндартерэктомии из него и экстраторакальных вмешательств.**Ключевые слова:** брахиоцефальный ствол, безымянная артерия, реконструкции ветвей дуги аорты, атеросклероз, госпитальные результаты, отдаленные результаты стентирования.**Для цитирования.** Д.Ф. Белоярцев, Д.В. Полянский, «ИЗМЕНЕНИЯ ТАКТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ БЕЗЫМЯННОЙ АРТЕРИИ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 40–50.

## CHANGES IN SURGICAL MANAGEMENT STRATEGIES FOR ATHEROSCLEROTIC DISEASE OF THE INNOMINATE ARTERY (reprint)

Dmitry F. Beloyartsev<sup>1,2</sup>, \*Dmitry V. Polyansky<sup>1</sup><sup>1</sup>FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation<sup>2</sup>FSBEI «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of the Russian Federation (RMAСPE)

### ABSTRACT

**Aim:** to analyze changes in modern approaches to the surgical treatment of atherosclerotic lesions of the brachiocephalic trunk.**Materials and methods:** this article analyzes current literature on the treatment of atherosclerotic lesions of the brachiocephalic trunk. Data on surgical treatment of asymptomatic lesions of the brachiocephalic trunk are presented, issues of access during brachiocephalic trunk surgery are discussed, and the results of endarterectomy and extrathoracic reconstruction are shown. The role of endovascular surgery in the treatment of atherosclerotic lesions of the brachiocephalic trunk is separately discussed.**Results:** the analysis of literature data indicates that endovascular intervention is currently the surgical treatment of choice for stenotic lesions of the innominate artery. However, the average follow-up period after these procedures is limited to 5 years, and even then within this timeframe, they are inferior to open reconstructions in terms of patency of the reconstructed arteries. In cases of occlusive lesions, technical failure, and the development of restenosis or stent occlusion, open interventions remain relevant, with intrathoracic reconstruction being the most preferable.**Conclusions:** there have been changes in the approach to the surgical treatment of atherosclerotic lesions of the innominate artery: performing surgical interventions at the asymptomatic stage, shifting the surgical approach in favor of partial sternotomy, performing prosthetic replacement of the brachiocephalic trunk as opposed to endarterectomy and extrathoracic interventions.**Keywords:** brachiocephalic artery, innominate artery, reconstruction of aortic arch branches, atherosclerosis, in-hospital outcomes, long-term outcomes, stenting.

## ВВЕДЕНИЕ

Открытые реконструкции являлись единственным методом лечения стеноокклюзирующих поражений брахиоцефального ствола (БЦС) на протяжении многих десятилетий. Первые в мире сообщения о протезировании безымянной артерии и аортобезымянном шунтировании появились в 1953 году [1,2], первая эндартерэктомия из БЦС была выполнена в 1954 году [3]. С накоплением опыта изменялись подходы к хирургическому лечению атеросклеротического поражения БЦС: выполнение оперативных вмешательств на асимптомной стадии, переход к менее травматичным оперативным доступам, отказ от выполнения эндартерэктомии из БЦС и экстраторакальных реконструкций в пользу интраторакальных. А с внедрением в клиническую практику эндоваскулярных методик данный тип вмешательства становится методом выбора при подобных поражениях.

В нашей статье рассмотрены изменения в подходах к хирургии безымянной артерии с момента первой публикации по этой теме до сегодняшнего дня.

### Асимптомные поражения

Одним из спорных вопросов в хирургии брахиоцефального ствола является обоснованность проведения оперативного лечения у пациентов с асимптомными поражениями. До 1995 года, когда появилась первая публикация по реконструкциям у таких пациентов [4], оперативные вмешательства выполнялись только при симптомных поражениях. С 1995 года появляется все больше сообщений по указанной теме, представленных в **таблице 1**, причем только в двух работах разбираются преимущества оперативных вмешательств, выполненных на асимптомной стадии [5,6]. В работе Покровского А.В., Белоярцева Д.Ф. кумулятивная частота развития неврологического дефицита у больных с исходной I или III степенью сосудисто-мозговой недостаточности к 5-му году наблюдения составила 0%, в то время как у больных с исходной II или IV степенью аналогичный показатель составил 19% [5].

Той же позиции придерживаются и Takach T.J. и соавт.: в отдаленном послеоперационном периоде сроком до 10 лет в группе асимптомных пациентов не было неврологических осложнений и летальных исходов, в то время как в общей группе частота острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) составила 3%, а показатель летальности – 31% [6]. Тем не менее, тема хирургии безымянной артерии на стадии асимптомных поражений остается нерешенной, поскольку согласно рекомендациям European Society for Vascular Surgery (ESVS) от 2017 года и клиническим рекомендациям Российского Общества Ангиологов и Сосудистых Хирургов от 2013 года у асимптомных пациентов открытое или эндоваскулярное лечение атеросклеротического поражения БЦС не рекомендовано (класс рекомендации III, уровень C) [16,17], да и среди хирургов нет однозначного мнения: некоторые выполняют вмешательства независимо от степени сосудисто-мозговой недостаточности [4-15], некоторые продолжают оперировать только симптомных пациентов [18,19], а остальные авторы и вовсе не уделяют внимания этому вопросу. С позиции сегодняшнего дня оперативные вмешательства при асимптомных гемодинамически значимых поражениях безымянной артерии могут считаться абсолютно показанными.

### Оперативный доступ

Длительное время оптимальным оперативным доступом при выполнении интраторакальных реконструкций считалась полная срединная стернотомия, поскольку обеспечивала адекватную визуализацию и экспозицию в операционной ране, а также обладала меньшей травматичностью, в отличие от боковой торакотомии [20,21]. Однако выполнение полной срединной стернотомии сопряжено с риском возникновения медиастинита, частота встречаемости которого, по данным литературы, достигала 4,5-13% случаев при выполнении указанных вмешательств [5,22,23].

**Таблица 1. Количество асимптомных больных в публикациях**  
Table 1. Number of asymptomatic patients reported in the original studies

Автор / Author	Год /Year	Кол-во наблюдений / Study population	Асимптомные больные, % / Asymptomatic patients, %
Kieffer E. и соавт. [4]	1995	111	22%
Levien L.J. и соавт. [7]	1998	24	7%
Berguer R. и соавт. [8]	1998	92	13%
Azakié A. и соавт. [9]	1998	22	3%
Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф. [5] / Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F. [5]	2001	46	55%
Takach T.J. и соавт. [6]	2005	113	2%
Paukovits T.M. и соавт. [10]	2010	77	19%
Sfyroeras G.S. и соавт. [11]	2011	48	17%
Bradarić C. и соавт. [12]	2014	11	16%
Yamao Y. и соавт. [13]	2019	38	14%
Ammi M. и соавт. [14]	2019	93	42%
Zacharias N. и соавт. [15]	2020	33	36%

Так, Kolvenbach R. и соавт. отметили 3 случая медиастениита на 32 операции протезирования БЦС, во всех наблюдениях с помощью хирургической обработки и дренирования удалось достичь первичного заживления стернотомической раны с сохранением функции имплантированного протеза [22].

Sandmann W. и соавт. констатировали медиастинит у 3 больных из 65, оперированных интраторакально при поражениях БЦС [23]. В 2 случаях авторы применили оментопластику, еще в одном – ограничились хирургической обработкой и дренированием, что позволило добиться полного заживления послеоперационной раны во всех наблюдениях без нарушения проходимости внутригрудного протеза.

Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф. опубликовали данные о возникновении медиастинита после интраторакальных операций у 6 больных [5]. В 4 наблюдениях производилось дренирование и хирургическая обработка раны (иногда неоднократная), в одном случае выполнена оментопластика и еще в одном воспалительный процесс удалось купировать консервативными мероприятиями. С накоплением опыта стало очевидно, что использование частичной стернотомии позволяет снижать риск гнойных осложнений за счет уменьшения травматичности доступа. Первые частичные стернотомии были представлены в публикациях в конце 90-х годов с частотой выполнения от

1,6% до 6,5% [4,8], а уже в 20-х годах нынешнего столетия их использование стало достигать 50,0-100% [6,24]. Гнойные осложнения в данных публикациях отмечены не были, в связи с чем ряд хирургов рассматривает данный оперативный доступ как доступ выбора в данном разделе хирургии.

#### Эндартерэктомия из брахиоцефального ствола

Наряду с выполнением протезирования брахиоцефального ствола ряд хирургов на протяжении многих лет рассматривал эндартерэктомию (ЭАЭ) из него, как равнозначный вариант реконструкции [9,25,26]. При сравнении госпитальных результатов после ЭАЭ из брахиоцефального ствола и после протезирования, представленных в **таблицах 2, 3**, речь идет об идентичной летальности и частоте ОНМК.

Стоит отметить, что в работах, посвященных результатам после ЭАЭ из БЦС, не приводятся данные о частоте возникновения тромбозов, как в ближайшие, так и в отдаленные сроки. Если же обратиться к отдаленным результатам, представленным в **таблицах 4, 5**, то можно сделать вывод – отдаленные результаты после ЭАЭ из БЦС на сроках от 5 лет и более уступали результатам, полученным после протезирования. Так, ОНМК встречался в 8-11% случаев после ЭАЭ из БЦС и в 3-9% после протезирования, а выживаемость составила 75-85% и 79-100% соответ-

**Таблица 2. Госпитальные результаты эндартерэктомии из брахиоцефального ствола**

Table 2. In-hospital outcomes following endarterectomy from the brachiocephalic artery

Автор, год публикации / Author, year	Кол-во пациентов / Number of patients	% от общей группы пациентов / Proportion of patients, %	Госпитальные результаты / In-hospital outcomes	
			Летальность, %/Mortality, %	Инсульт,% / Stroke, %
Carlson R.E. и соавт., 1977 [25]	34	92	6,0	3,0
Cherry K.J. и соавт., 1989 [26]	10	28	0	0
Kieffer E. и соавт., 1995 [4]	32	29	8,4	12,5
Azaki A. и соавт., 1998 [9]	72	77	3,2	6,4
Berguer R. и соавт., 1998 [8]	8	8	-	-

**Таблица 3. Госпитальные результаты протезирования брахиоцефального ствола**

Table 3. In-hospital outcomes following brachiocephalic artery reconstruction

Автор, год / Author, year	Кол-во пациентов / Number of patients	Госпитальные результаты / In-hospital outcomes		
		Инсульт, % / Stroke, %	Тромбозы, % / Thrombosis, %	Летальность, % / Mortality, %
Crawford E.S. и соавт., 1983 [27]	43	6,9	-	4,6
Cormier F. и соавт., 1989 [20]	53	-	2,4	1,9
Reul G.J. и соавт., 1991 [28]	54	1,8	7,0	0
Kieffer E. и соавт., 1995 [4]	111	3,4	1,0	5,4
Kolvenbach R. и соавт., 1995 [22]	32	3,0	-	-
Sandmann W. и соавт., 1997 [23]	65	6,0	-	-
Rhodes J.M. и соавт., 2000 [18]	40	4,7	7,5	2,3
Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., 2001 [5] / Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F., 2001 [5]	46	4,3	6,5	4,3
Спиридонов А.А. и соавт., 2003 [29] / Spiridonov A.A. et al., 2003 [29]	34	2,9	4,4	0
Takach T.J. и соавт., 2005 [6]	113	2,7	5,3	2,7

ственно. Последние работы по этой теме ограничиваются 90-ми годами прошлого века, а в настоящее время ЭАЭ из безымянной артерии практически не упоминается.

#### Экстраторакальные реконструкции

В 80-х годах прошлого века с целью снижения травматичности операционного вмешательства и вероятности возникновения послеоперационных осложнений методом выбора хирургического лечения атеросклеротического поражения брахиоцефального ствола становятся экстраторакальные реконструкции. Частота применения данного типа вмешательства по данным литературы варьировала от 10% до 28%, что отображено в **таблице 6**, а сами варианты реконструкции представлены общесонно-общесонным, подключично-подключичным и подмышечно-подмышечным шунтированием. На рубеже 1990-2000-х годов с накоплением опыта

выяснилось, что результат отдаленной проходимости при экстраторакальных вмешательствах уступает интраторакальным. Corbier R. и соавт. при оценке отдаленных результатов в 5-летние сроки сообщают о 97% проходимости после интраторакальных реконструкций, в то время как после экстраторакальных она составила 71% [31]. Takach T.J. и соавт. представили 10-летний опыт реконструкции брахиоцефального ствола: в указанные сроки проходимость была значимо лучше в группе интраторакальных вмешательств 94% (в сравнении 60,3%) [6]. На сегодняшний день, ряд хирургов, опираясь на накопленный опыт, считают выполнение экстраторакальных реконструкций допустимым в следующих ситуациях: ранее перенесенная стернотомия, выраженный кальциноз восходящей аорты, пожилые и коморбидные пациенты с высоким риском послеоперационных осложнений.

**Таблица 4. Отдаленные результаты эндартерэктомии из брахиоцефального ствола**

Table 4. Long-term outcomes following endarterectomy from the brachiocephalic artery

Автор, год публикации / Author, year	Кол-во пациентов / Number of patients	Отдаленные результаты / Long-term outcomes			
		Выживаемость, % / Survival, %		Инсульт, % / Stroke, %	
		5 лет / 5 years	10 лет / 10 years	5 лет / 5 years	10 лет / 10 years
Carlson R.E. и соавт., 1977 [25]	34	75	-	8	-
Cherry K.J. и соавт., 1989 [26]	10	90	-	11	-
Kieffer E. и соавт., 1995 [4]	32	78	-	13	-
Azaki A. и соавт., 1998 [9]	72	85	67	-	-

**Таблица 5. Отдаленные результаты протезирования брахиоцефального ствола**

Table 5. Long-term outcomes of brachiocephalic artery reconstruction

Автор, год / Author, year	n	Отдаленные результаты / Long-term outcomes		
		Проходимость, % / Patency, %	Инсульт, % / Stroke, %	Выживаемость, % / Survival, %
Crawford E.S. и соавт., 1983 [27]	43	-	6	85
Cormier F. и соавт., 1989 [20]	53	95	-	85
Kieffer E. и соавт., 1995 [4]	111	98	7	90
Kolvenbach R. и соавт., 1995 [22]	32	100	-	100
Sandmann W. и соавт., 1997 [23]	65	100	-	100
Rhodes J.M. и соавт., 2000 [18]	40	91	6	84
Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., 2001 [5] / Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F., 2001 [5]	46	93	6	83
Спиридонов А.А. с соавт., 2003 [29] / Spiridonov A.A. et al., 2003[29]	34	91	9	79
Takach T.J. с соавт., 2005 [6]	113	95	3	83

**Таблица 6. Экстраторакальные реконструкции брахиоцефального ствола**

Table 6. Long-term outcomes following brachiocephalic artery reconstruction

Автор, год / Author, year	Кол-во наблюдений / Study population		Срок наблюдения, годы / Follow-up, years	Проходимость отдаленная, % / Long-term patency, %	
	Экстра / Extra	Интра / Intra		Экстра / Extra	Интра / Intra
De Sobregau R.C. и соавт., 1986 [30]	10	28	5	-	-
Courbier R. и соавт., 1988 [31]	-	34	5	71,0	97,0
Reul G.J. и соавт., 1991	16	54	10	-	-
Kieffer E. и соавт., 1995 [4]	13	111	10	-	-
Takach T.J. и соавт., 2005 [6]	44	113	10	63,4	94,0

Таблица 7. Госпитальные результаты эндоваскулярных вмешательств

Table 7. In-hospital outcomes of endovascular interventions

Автор / Author	Год / Year	n	Вмешательство / Intervention	Технический успех, % / Technical success, %	Инсульт, % / Stroke, %	Летальность, % / Mortality, %
Levien L.J. и соавт. [7]	1998	24	Гибрид (ТЛБАП + КЭАЭ) / Hybrid (PTCA + CEA)	98	0	0
Huttl K. и соавт. [32]	2002	89	ТЛБАП / PTCA	97	2,0	0
Brountzos E.N. и соавт.[33]	2004	10	Стентирование / Stenting	96	0	4,1
Allie D.E. и соавт. [34]	2004	11	Гибрид (стентирование + КЭАЭ) / Hybrid (stenting + CEA)	97	-	-
Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф. [35] / Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F. [35]	2004	27	ТЛБАП / PTCA	89	11,1	3,7
Алесян Б.Г. и соавт. [36] / Alekyan B.G. et al. [36]	2008	33	16 ТЛБАП / PTCA 17 стентирование / stenting	100	-	-
Patel S.N. и соавт. [37]	2008	11	Стентирование / Stenting	99% стеноз / stenosis 91% окклюзия / occlusion	1,2	0
Лоенко В.Б. и соавт. [38] / Loenko V.B. et al. [38]	2009	13	ТЛБАП / PTCA	100	-	-
Raukovits T.M. и соавт. [10]	2010	77	28 ТЛБАП / PTCA стентирование / stenting	94	0	0
Mordasini P. и соавт. [39]	2011	18	11 антеградно / antegrade 7 ретроградно / retrograde	94	0	0
Sfyroeras G.S. и соавт. [11]	2011	48	Гибрид (стенти- рование + КЭАЭ) / Hybrid (stenting + CEA)	97	1,5	1,5
Bradaric C. и соавт. [12]	2014	11	Стентирование / Stenting	100% стеноз / stenosis 86% окклюзии / occlusion	0	0
Van de Weijer M.A. и соавт. [40]	2015	54	49 ТЛБАП / 49 PTCA 9 стентирование / stenting	94	0	0
Карпенко А.А. и соавт. [19] / Karpenko A.A. et al. [19]	2018	45	Стентирование / Stenting	-		
Yamao Y. и соавт. [13]	2018	38	ТЛБАП / PTCA Стентирование / Stenting	98	2,7	1,6
Ammi M. и соавт. [14]	2019	93	Стентирование / Stenting	99	4,3	0
Zacharias N. и соавт. [15]	2020	33	11 стентирование / stenting 18 гибрид (стенти- рование + КЭАЭ) / hybrid (stenting + CEA)	100	3,0	0

**Примечание:** ТЛБАП – транслюминальная баллонная ангиопластика; КЭАЭ – каротидная эндартерэктомия.

**Note:** PTCA – percutaneous transluminal coronary angioplasty; CEA – carotid endarterectomy.

**Таблица 8. Отдаленные результаты эндоваскулярных вмешательств**
**Table 8. Long-term outcomes of endovascular treatment**

Автор / Author	Год / Year	n	Средний срок наблюдения, мес. / Mean followup, months	Первичная проходимость, % / Primary patency, %	Инсульт, % / Stroke, %	Выживаемость, % / Survival, %
Levien L.J. и соавт. [7]	1998	24	24	95	0	84
Huttl K. и соавт. [32]	2002	89	01.12.17	95 (12 мес / mo) 93 (16 мес / mo)	4,0	-
Brountzos E.N. и соавт. [33]	2004	10	16,7	92 (12 мес / mo) 77 (24 мес / mo)	-	85
Allie D.E. и соавт. [34]	2004	11	34	-	-	-
Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф. [35] / Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F. [35]	2004	27	70	94	6,0	83
Алекян Б.Г. с со авт. [36] / Alekyan B.G. et al. [36]	2008	33	-	92	-	-
Patel S.N. и соавт. [37]	2008	11	35,2	83 (66 мес / mo)	-	-
Лоенко В.Б. и соавт. [38] / Loenko V.B. et al. [38]	2009	13	-	95	-	-
Raukovits T.M. и соавт. [10]	2010	77	42,3	100 (12 мес /mo) 98 (24 мес /mo) 70 (96 мес / mo)	0	86
Mordasini P. и соавт. [39]	2011	18	32,4	89	0	-
Sfyroeras G.S. и соавт. [11]	2011	48	24	98	3,8	87
Bradaric C. и соавт. [12]	2014	11	12	94 (12 мес / mo) 90 (36 мес / mo)	5,5	-
Van de Weijer M.A. и соавт. [40]	2015	54	52	96 (12 мес / mo) 93 (24 мес / mo) 88 (48 мес / mo) 83 (60 мес / mo)	5,3	92
Карпенко А.А. и соавт. [19] / Karpenko A.A. et al. [19]	2018	45	48	87 (исходно стеноз / initial stenosis) 88 (исходно окклюзии / initial occlusion)	0	93
Yamao Y. и соавт. [13]	2018	38	-	-	-	-
Ammi M. и соавт. [14]	2019	93	34,5	86	-	-
Zacharias N. и соавт. [15]	2020	33	-	91	0	85

#### Эндоваскулярное лечение

Учитывая малую инвазивность эндоваскулярных методик, на сегодняшний день указанные вмешательства рассматриваются многими как метод выбора при атеросклеротических поражениях безымянной артерии, что нашло отражение в рекомендациях European Society for Vascular Surgery (ESVS) от 2017 года: методом выбора хирургического лечения при проксимальных поражениях ветвей дуги аорты является ангиопластика и стентирование (класс рекомендации IIa, уровень C) [16]. Клинические рекомендации Российского Общества Ангиологов и Сосудистых Хирургов от 2013 г. частично солидарны в данном вопросе: методом выбора хирургического вмешательства при стенозирующих проксимальных поражениях ветвей дуги следует считать эндоваскулярное лечение, однако в случае окклюзии брахиоцефального ствола или множественного прокси-

мального поражения ветвей дуги аорты следует прибегать к интраторакальным реконструкциям [17].

Последняя крупная статистика, посвященная открытым операциям по поводу атеросклеротического поражения БЦС, опубликована в 2005 году [6]. Содержание же публикаций по этой проблеме за последние 15 лет претерпело существенное изменение: из опубликованных 27 работ, только в 6 были упомянуты интраторакальные реконструкции, а в остальных сделан акцент на эндоваскулярные вмешательства. Стоит отметить, что только в 15 публикациях количество наблюдений превышало 10 человек. Основные статистики по эндоваскулярным вмешательствам представлены в **таблицах 7,8**.

Технический успех при эндоваскулярных вмешательствах составляет от 93% до 100%, что соответствует показателям первичной проходимости при интраторакальных

вмешательствах, представленных в таблице 3, а в случаях исходных окклюзий безымянной артерии технический успех при таких вмешательствах снижается до 72-91% [37,41,42], что уже значительно уступает открытым операциям.

При оценке периоперационных осложнений результаты эндоваскулярных и открытых вмешательств были сопоставимы: частота возникновения ОНМК после чрескожных вмешательств составила 0-4,3% (в сравнении 1,8-6,9% после интраторакальных), а летальность – 0-4,1% (в сравнении 0-5,4%). Отдаленные результаты при эндоваскулярных вмешательствах ограничены 5-летними сроками наблюдения, что отображено в **таблице 8**.

При оценке отдаленных результатов можно сделать вывод о том, что по частоте возникновения ОНМК эндоваскулярные вмешательства сопоставимы с результатами интраторакальных реконструкций (0-6% и 3-9% соответственно), а первичная проходимость и выживаемость, составляя 77-98% и 83-93% соответственно, значительно уступают открытым операциям (в сравнении 91-100% и 79-100%). Учитывая тот факт, что в ряде публикаций, посвященных интраторакальным реконструкциям, приводятся сведения о 10-летних отдаленных результатах [5,6,28,29], результаты эндоваскулярных вмешательств требуют дальнейшего накопления опыта и его осмысления.

Таким образом, эндоваскулярные вмешательства остаются методом выбора при стенотическом поражении БЦС. В

случаях окклюзионного поражения БЦС, технического неуспеха и развития рестеноза или окклюзии стента остается актуальным вопрос об открытых вмешательствах, из которых наиболее предпочтительна интраторакальная реконструкция.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подытожив все ранее приведенные сведения, можно сделать вывод об изменении подхода к хирургическому лечению атеросклеротического поражения безымянной артерии: проведение оперативных вмешательств на асимптомной стадии, изменение оперативного доступа в пользу частичной стернотомии, выполнение протезирования брахиоцефального ствола в противовес эндартерэктомии из него и экстраторакальных вмешательств. Методом выбора хирургического лечения безымянной артерии при ее стенотическом поражении на сегодняшний день является эндоваскулярное вмешательство. Однако средние сроки наблюдения после указанных вмешательств ограничиваются 5-летним периодом, и уже на этих сроках они уступают открытым реконструкциям по результативности в отношении проходимости реконструированных артерий. В случаях окклюзионных поражений, технического неуспеха и развития рестеноза или окклюзии стента остается актуальным вопрос об открытых вмешательствах, из которых наиболее предпочтительна интраторакальная реконструкция. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Oudot J., Roge R., Delahange G. et al. Cormier JM. Greffe vasculaire en Y pour aneurisme traumatique du tronc braquiocephalique. Presse Med. 1953; 61:449-59.

2. Bahnson H.T., Spencer F.C., Quattlebaum Jr J.K. Surgical treatment of occlusive disease of the carotid artery Ann Surg. 1959; 149(5):711-20. DOI: [10.1097/00000658-195905000-00011](https://doi.org/10.1097/00000658-195905000-00011)

3. Davis J.B., Grove W.J., Julian O.C. Trombotic occlusion of the branches of the aortic arch. Martorell's syndrome: report of a case treated surgically. Ann. Surg. 1956; 144(1):124-6. DOI: [10.1097/00000658-195607000-00018](https://doi.org/10.1097/00000658-195607000-00018)

4. Kieffer E., Sabatier J., Koskas F. et al. Atherosclerotic innominate artery occlusive disease: early and long-term results of surgical reconstruction. J. Vasc. Surg. 1995; 21(2):326-37. DOI: [10.1016/s0741-5214\(95\)70273-3](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(95)70273-3)

5. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф. Отдаленные результаты интраторакальных реконструкций при атеросклеротическом поражении безымянной артерии. Ангиология и сосудистая хирургия. 2001; 7(3):58-67.

6. Takach T.J., Reul G.J., Cooley D.A. et al. Brachiocephalic reconstruction I: operative and long term results for complex disease. J Vasc Surg. 2005; 42(1):47-54. DOI: [10.1016/j.jvs.2005.03.027](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2005.03.027)

7. Levien L.J., Benn C.A., Veller M.G. et al. Retrograde balloon angioplasty of brachiocephalic or common carotid artery stenoses at the time of carotid endarterectomy. Eur J Vasc Endovasc Surg. 1998; 15(6):521-7. DOI: [10.1016/s1078-5884\(98\)80113-5](https://doi.org/10.1016/s1078-5884(98)80113-5)

8. Berguer R., Morasch M.D., Kline R.A. Transthoracic repair of innominate and common carotid artery disease: immediate and long-term outcome for 100 consecutive surgical reconstructions. J Vasc Surg. 1998; 27(1):34-4. DOI: [10.1016/s0741-5214\(98\)70289-7](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(98)70289-7)

9. Azakie A., McElhinney D.B., Higashima R. et al. Innominate artery reconstruction: over 3 decades of experience. Ann Surg. 1998; 228(3):402-10. DOI: [10.1097/00000658-199809000-00013](https://doi.org/10.1097/00000658-199809000-00013)

10. Paukovits T.M., Lukacs L., Berczi V. et al. Percutaneous endovascular treatment of innominate artery lesions: a single-centre experience on 77 lesions. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2010; 40(1):35-43. DOI: [10.1016/j.ejvs.2010.03.017](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2010.03.017)

11. Sfyroeras G.S., Karathanos C., Antoniou G.A. et al. A meta-analysis of combined endarterectomy and proximal balloon angioplasty for tandem disease of the arch vessels and carotid bifurcation. J Vasc Surg. 2011; 54(2):534-40. DOI: [10.1016/j.jvs.2011.04.022](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.04.022)

12. Bradaric C., Kuhs K., Groha P. et al. Endovascular therapy for steno-occlusive subclavian and innominate artery disease. *Circ J.* 2015; 79(3):537-43. DOI: [10.1253/circj.CJ-14-0855](https://doi.org/10.1253/circj.CJ-14-0855)
13. Yamao Y., Ishii A., Satow T. et al. The Current Status of Endovascular Treatment for Extracranial Steno-occlusive Diseases in Japan: Analysis Using the Japanese Registry of Neuroendovascular Therapy 3 (JR-NET3). *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2020; 15;60(1):1-9. DOI: [10.2176/nmc.st.2018-0315](https://doi.org/10.2176/nmc.st.2018-0315)
14. Ammi M., Henni S., Salomon Du Mont L. et al. Lower Rate of Restenosis and Reinterventions With Covered vs Bare Metal Stents Following Innominate Artery Stenting. *J Endovasc Ther.* 2019; 26(3):385-390. DOI: [10.1177/1526602819838867](https://doi.org/10.1177/1526602819838867)
15. Zacharias N, Goodney PP, DeSimone JP, et al. Outcomes of Innominate Artery Revascularization Through Endovascular, Hybrid, or Open Approach. *Ann Vasc Surg.* 2020; 69:190-196. DOI: [10.1016/j.avsg.2020.06.005](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.06.005)
16. Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease: 2017 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017.
17. National guidelines for the management of patients with diseases of the brachiocephalic arteries. Moscow; 2013 [In Russ].
18. Rhodes JM, Cherry KJ Jr, Clark RC, et al. Aortic-origin reconstruction of the great vessels: risk factors of early and late complications. *J Vasc Surg.* 2000; 31(2):260-9. DOI: [10.1016/s0741-5214\(00\)90157-5](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(00)90157-5)
19. Карпенко А.А. Стародубцев В.Б., Игнатенко П.В. и др. Эндоваскулярные вмешательства при стенозах и окклюзиях брахиоцефального ствола. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2018;24(3):54-58.
20. Cormier F, Ward A, Cormier J.M. et al. Longterm results of aortoinnominate and aortocarotid polytetrafluoroethylene bypass grafting for atherosclerotic lesions. *J. Vasc. Surg.* 1989; 10(2):135-42. DOI: [10.1067/mva.1989.vs0100135](https://doi.org/10.1067/mva.1989.vs0100135)
21. Шипулин В.М., Евтушенко А.В., Ефимова И.Ю. и др. Гемодинамические и электрофизиологические эффекты протезов брахиоцефального ствола. *Хирургия. Журнал Н.И. Пирогова.* 1996; (6):29-33.
22. Kolvenbach R., Sandmann W., Kniemeyer H.W. Die chirurgische Therapie der Verschlüsse des Truncus brachiocephalicus: Langzeitergebnisse nach transthoracaler Reconstruction. *Zentrabl. Chir.* 1995; 120(3): 205-9.
23. Sandmann W, Grabitz K, Pfeiffer T. et al. Extrathoracic reconstruction of aortic arch branches. In: Long-term results of arterial interventions. Ed. by Branchereau A., Jacobs M.- Futura Publishing Company, Inc.- Armonk, NY. 1997.
24. Mansukhani N.A., Miller K.R., Havelka G.E. et al. Aorta-innominate bypass through ministernotomy. *J Vasc Surg.* 2018; 68(2):607-10. DOI: [10.1016/j.jvs.2018.01.069](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.01.069)
25. Carlson R.E., Ehrenfeld W.K., Stoney R.J. et al. Innominate artery endarterectomy. A 16-year experience. *Arch Surg.* 1977; 112(11):1389-93. DOI: [10.1001/archsurg.1977.01370110123014](https://doi.org/10.1001/archsurg.1977.01370110123014)
26. Cherry K.J., McCullough J.L., Halleff J.W. et al. Technical principles of direct innominate artery revascularization: a comparison of endarterectomy and bypass grafts. *J. Vasc. Surg.* 1989; 9(5):718-24. DOI: [10.1067/mva.1989.vs0090718](https://doi.org/10.1067/mva.1989.vs0090718)
27. Crawford E.S., Stowe C.L., Powers R.W.Jr. Occlusion of the innominate, common carotid, and subclavian arteries: long-term results of surgical treatment. *Surgery.* 1983; 94(5):781-91.
28. Reul G.J., Jacobs M.J., Gregoric I.D. et al. Innominate artery occlusive disease: surgical approach and longterm results. *J. Vasc. Surg.* 1991; 14(3):405-12. DOI: [10.1067/mva.1991.31287](https://doi.org/10.1067/mva.1991.31287)
29. Спиридонов А.А., Тутов Е.Г., Аракелян В.С. и др. Результаты интраторакальных реконструкций при проксимальных поражениях брахиоцефального ствола и подключичной артерии. *Бюллетень НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Кардиоваскулярные заболевания.* 2003; 4(10):79-82.
30. De Sobregrau R.C., Lopez Collado M., Matas Docampo M. et al. Surgery of the innominate artery. *J. Cardiovasc. Surgery.* 1986; 27(1):31-7.
31. Courbier R., Jausseran J.M., Poyen V. Current status of vascular grafting in supraaortic trunks. Personal experience. *Int. Surg.* 1988; 73(4):210-2.
32. Hüttl K., Nemes B., Simonffy A. et al. Angioplasty of the innominate artery in 89 patients: experience over 19 years. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2002; 25(2): 109-14. DOI: [10.1007/s00270-001-0074-y](https://doi.org/10.1007/s00270-001-0074-y)
33. Brountzos E.N., Petersen B., Binkert C. et al. Primary stenting of subclavian and innominate artery occlusive disease: a single center's experience. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2004; 27(6):616-23. DOI: [10.1007/s00270-004-0218-y](https://doi.org/10.1007/s00270-004-0218-y)
34. Allie D.E., Hebert C.J., Lirtzman M.D. et al. Intraoperative innominate and common carotid intervention combined with carotid endarterectomy: a «true» endovascular surgical approach. *J Endovasc Ther* 2004; 11:258-62.
35. Покровский А.В., Белоярцев Д.В. Сравнительное исследование отдаленных результатов открытых операций и эндоваскулярных вмешательств при атеросклеротических стенозах брахиоцефального ствола. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2004; 10(4):53-62.
36. Алекаян Б.Г., Тер-Акопян А.В., Тагаев Н.В. и др. Эндоваскулярная хирургия при лечении патологий артерий дуги аорты. *Бюллетень НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Кардиоваскулярные заболевания.* 2008; 9(6):199.
37. Patel S.N., White C.J., Collins T.J. et al. Catheter-based treatment of the subclavian and innominate arteries. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008;1;71(7):963-8. DOI: [10.1002/ccd.21549](https://doi.org/10.1002/ccd.21549)
38. Лоенко В.Б., Смяловский В.Е., Дударев В.Е. и др. Изменения хирургических подходов в лечении атеросклеротических поражений брахиоцефального ствола. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2009; 15(4):106-12.
39. Mordasini P, Gralla J, Do D.D. et al. Percutaneous and open retrograde endovascular stenting of symptomatic high-grade innominate artery stenosis: technique and follow-up. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2011; 32(9):1726-31. DOI: [10.3174/ajnr.A2598](https://doi.org/10.3174/ajnr.A2598)

40. Van de Weijer M.A., Vonken E.J., de Vries J. et al. Technical and Clinical Success and Long-Term Durability of Endovascular Treatment for Atherosclerotic Aortic Arch Branch Origin Obstruction: Evaluation of 144 Procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015; 50(1):13-20. DOI: [10.1016/j.ejvs.2015.03.058](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2015.03.058)

41. Sixt S., Rastan A., Schwarzwälder U. et al. Results after balloon angioplasty or stenting of atherosclerotic subclavian

artery obstruction. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009; 15;73(3):395-403. DOI: [10.1002/ccd.21836](https://doi.org/10.1002/ccd.21836)

42. Przewlocki T, Kablak-Ziembicka A, Pieniazek P. et al. Determinants of immediate and long-term results of subclavian and innominate artery angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006; 67(4): 519-26. DOI: [10.1002/ccd.20695](https://doi.org/10.1002/ccd.20695)

## REFERENCES

1. Oudot J., Roge R., Delahange G. et al. Cormier JM. Greffe vasculaire en Y pour aneurisme traumatique du tronc braquiocephalique. *Presse Med.* 1953; 61:449-59.

2. Bahnson H.T., Spencer F.C., Quattlebaum Jr J.K. Surgical treatment of occlusive disease of the carotid artery *Ann Surg.* 1959; 149(5):711-20. DOI: [10.1097/0000658-195905000-00011](https://doi.org/10.1097/0000658-195905000-00011)

3. Davis J.B., Grove W.J., Julian O.C. Trombotic occlusion of the branches of the aortic arch. Martorell's syndrome: report of a case treated surgically. *Ann. Surg.* 1956; 144(1):124-6. DOI: [10.1097/0000658-195607000-00018](https://doi.org/10.1097/0000658-195607000-00018)

4. Kieffer E., Sabatier J., Koskas F. et al. Atherosclerotic innominate artery occlusive disease: early and long-term results of surgical reconstruction. *J. Vasc. Surg.* 1995; 21(2):326-37. DOI: [10.1016/s0741-5214\(95\)70273-3](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(95)70273-3)

5. Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F. Long-term results of intrathoracic reconstructions in atherosclerotic lesions of the innominate artery. *Angiology and Vascular Surgery.* 2001; 7(3):58-67 [In Russ].

6. Takach T.J., Reul G.J., Cooley D.A. et al. Brachiocephalic reconstruction I: operative and long term results for complex disease. *J Vasc Surg.* 2005; 42(1):47-54. DOI: [10.1016/j.jvs.2005.03.027](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2005.03.027)

7. Levien L.J., Benn C.A., Veller M.G. et al. Retrograde balloon angioplasty of brachiocephalic or common carotid artery stenoses at the time of carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1998;15(6):521-7. DOI: [10.1016/s1078-5884\(98\)80113-5](https://doi.org/10.1016/s1078-5884(98)80113-5)

8. Berguer R., Morasch M.D., Kline R.A. Transthoracic repair of innominate and common carotid artery disease: immediate and long-term outcome for 100 consecutive surgical reconstructions. *J Vasc Surg.* 1998;27(1):34-4. DOI: [10.1016/s0741-5214\(98\)70289-7](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(98)70289-7)

9. Azakie A., McElhinney D.B., Higashima R. et al. Innominate artery reconstruction: over 3 decades of experience. *Ann Surg.* 1998; 228(3):402-10. DOI: [10.1097/0000658-199809000-00013](https://doi.org/10.1097/0000658-199809000-00013)

10. Paukovits T.M., Lukacs L., Berczi V. et al. Percutaneous endovascular treatment of innominate artery lesions: a single-centre experience on 77 lesions. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;40(1):35-43. DOI: [10.1016/j.ejvs.2010.03.017](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2010.03.017)

11. Sfyroeras G.S., Karathanos C., Antoniou G.A. et al. A meta-analysis of combined endarterectomy and proximal balloon angioplasty for tandem disease of the arch vessels and carotid

bifurcation. *J Vasc Surg.* 2011; 54(2):534-40. DOI: [10.1016/j.jvs.2011.04.022](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.04.022)

12. Bradaric C., Kuhs K., Groha P. et al. Endovascular therapy for steno-occlusive subclavian and innominate artery disease. *Circ J.* 2015; 79(3):537-43. DOI: [10.1253/circj.CJ-14-0855](https://doi.org/10.1253/circj.CJ-14-0855).

13. Yamao Y., Ishii A., Satow T. et al. The Current Status of Endovascular Treatment for Extracranial Steno-occlusive Diseases in Japan: Analysis Using the Japanese Registry of Neuroendovascular Therapy 3 (JR-NET3). *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2020; 15;60(1):1-9. DOI: [10.2176/nmc.st.2018-0315](https://doi.org/10.2176/nmc.st.2018-0315).

14. Ammi M., Henni S., Salomon Du Mont L. et al. Lower Rate of Restenosis and Reinterventions With Covered vs Bare Metal Stents Following Innominate Artery Stenting. *J Endovasc Ther.* 2019; 26(3):385-390. DOI: [10.1177/1526602819838867](https://doi.org/10.1177/1526602819838867)

15. Zacharias N, Goodney PP, DeSimone JP, et al. Outcomes of Innominate Artery Revascularization Through Endovascular, Hybrid, or Open Approach. *Ann Vasc Surg.* 2020; 69:190-196. DOI: [10.1016/j.avsg.2020.06.005](https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.06.005).

16. Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease: 2017 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017.

17. National guidelines for the management of patients with diseases of the brachiocephalic arteries. Moscow; 2013 [In Russ].

18. Rhodes JM, Cherry KJ Jr, Clark RC, et al. Aortic-origin reconstruction of the great vessels: risk factors of early and late complications. *J Vasc Surg.* 2000; 31(2):260-9. DOI: [10.1016/s0741-5214\(00\)90157-5](https://doi.org/10.1016/s0741-5214(00)90157-5)

19. Karpenko A.A., Starodubtsev V.B., Ignatenko P.V. et al. Endovascular interventions for stenoses and occlusions of the brachiocephalic trunk. *Angiology and Vascular Surgery.* 2018; 24(3):54-58 [In Russ].

20. Cormier F, Ward A., Cormier J.M. et al. Longterm results of aortoinnominate and aortocarotid polytetrafluoroethylene bypass grafting for atherosclerotic lesions. *J. Vasc. Surg.* 1989; 10(2):135-42. DOI: [10.1067/mva.1989.vs0100135](https://doi.org/10.1067/mva.1989.vs0100135)

21. Shipulin V.M., Evtushenko A.V., Efimova I.Yu. et al. Hemodynamic and electrophysiological effect of truncus brachiocephalicus prosthetics. *N. I. Pirogov Journal of Surgery.* 1996; (6):29-33 [In Russ].

22. Kolvenbach R., Sandmann W., Kniemeyer H.W. Die chirurgische Therapie der Verschlüsse des Truncus brachio-

cephalicus: Langzeitergebnisse nach transthoracaler Reconstruction. *Zentrabl. Chir.* 1995; 120(3): 205-9.

23. Sandmann W., Grabitz K., Pfeiffer T. et al. Extrathoracic reconstruction of aortic arch branches. In: Long-term results of arterial interventions. Ed. by Branchereau A., Jacobs M.- Futura Publishing Company, Inc.- Armonk, NY. 1997.

24. Mansukhani N.A., Miller K.R., Havelka G.E. et al. Aorta-innominate bypass through ministernotomy. *J Vasc Surg.* 2018; 68(2):607-10. DOI: [10.1016/j.jvs.2018.01.069](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.01.069)

25. Carlson R.E., Ehrenfeld W.K., Stoney R.J. et al. Innominate artery endarterectomy. A 16-year experience. *Arch Surg.* 1977; 112(11):1389-93. DOI: [10.1001/archsurg.1977.01370110123014](https://doi.org/10.1001/archsurg.1977.01370110123014)

26. Cherry K.J., McCullough J.L., Halleff J.W. et al. Technical principles of direct innominate artery revascularization: a comparison of endarterectomy and bypass grafts. *J. Vasc. Surg.* 1989; 9(5):718-24. DOI: [10.1067/mva.1989.vs0090718](https://doi.org/10.1067/mva.1989.vs0090718)

27. Crawford E.S., Stowe C.L., Powers R.W.Jr. Occlusion of the innominate, common carotid, and subclavian arteries: long-term results of surgical treatment. *Surgery.* 1983; 94(5):781-91.

28. Reul G.J., Jacobs M.J., Gregoric I.D. et al. Innominate artery occlusive disease: surgical approach and longterm results. *J. Vasc. Surg.* 1991; 14(3):405-12. DOI: [10.1067/mva.1991.31287](https://doi.org/10.1067/mva.1991.31287)

29. Spiridonov A.A., Tytov E.G., Arakelyan V.S. et al. Results of intrathoracic reconstructions in proximal lesions of the brachiocephalic trunk and subclavian arteries. The bulletin of Bakoulev center. *Cardiovascular diseases.* 2003; 4(10):79-82 [In Russ].

30. De Sobregrau R.C., Lopez Collado M., Matas Docampo M. et al. Surgery of the innominate artery. *J. Cardiovasc. Surgery.* 1986; 27(1):31-7.

31. Courbier R., Jausseran J.M., Poyen V. Current status of vascular grafting in supraaortic trunks. Personal experience. *Int. Surg.* 1988; 73(4):210-2.

32. Hüttl K., Nemes B., Simonffy A. et al. Angioplasty of the innominate artery in 89 patients: experience over 19 years. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2002; 25(2): 109-14. DOI: [10.1007/s00270-001-0074-y](https://doi.org/10.1007/s00270-001-0074-y)

33. Brountzos E.N., Petersen B., Binkert C. et al. Primary stenting of subclavian and innominate artery occlusive disease:

a single center's experience. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2004; 27(6):616-23. DOI: [10.1007/s00270-004-0218-y](https://doi.org/10.1007/s00270-004-0218-y)

34. Allie D.E., Hebert C.J., Lirtzman M.D. et al. Intraoperative innominate and common carotid intervention combined with carotid endarterectomy: a «true» endovascular surgical approach. *J Endovasc Ther* 2004; 11:258-62.

35. Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F. A comparative study of the long-term results of open operations and endovascular interventions for atherosclerotic stenosis of the brachiocephalic trunk. *Angiology and Vascular Surgery.* 2004; 10(4):53-62 [In Russ].

36. Alekryan B.G., Ter-Akopyan A.V., Tagaev N.B. et al. Endovascular surgery in the treatment of pathology of the arteries of the aortic arch. The bulletin of Bakoulev center. *Cardiovascular diseases.* 2008; 9(6):199 [In Russ].

37. Patel S.N., White C.J., Collins T.J. et al. Catheter-based treatment of the subclavian and innominate arteries. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008; 1;71(7):963-8. DOI: [10.1002/ccd.21549](https://doi.org/10.1002/ccd.21549)

38. Loenko V.B., Smyalovskii V.E., Dudarev V.E. et al. Remote results of surgical treatment management for atherosclerotic lesions of the brachiocephalic trunk. *Angiology and Vascular Surgery.* 2009; 15(4):106-12 [In Russ].

39. Mordasini P., Gralla J., Do D.D. et al. Percutaneous and open retrograde endovascular stenting of symptomatic high-grade innominate artery stenosis: technique and follow-up. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2011; 32(9):1726-31. DOI: [10.3174/ajnr.A2598](https://doi.org/10.3174/ajnr.A2598)

40. van de Weijer M.A., Vonken E.J., de Vries J. et al. Technical and Clinical Success and Long-Term Durability of Endovascular Treatment for Atherosclerotic Aortic Arch Branch Origin Obstruction: Evaluation of 144 Procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015; 50(1):13-20. DOI: [10.1016/j.ejvs.2015.03.058](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2015.03.058)

41. Sixt S., Rastan A., Schwarzwälder U. et al. Results after balloon angioplasty or stenting of atherosclerotic subclavian artery obstruction. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009; 15;73(3):395-403. DOI: [10.1002/ccd.21836](https://doi.org/10.1002/ccd.21836)

42. Przewlocki T., Kablak-Ziembicka A., Pieniazek P. et al. Determinants of immediate and long-term results of subclavian and innominate artery angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006; 67(4): 519-26. DOI: [10.1002/ccd.20695](https://doi.org/10.1002/ccd.20695)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Белоярцев Дмитрий Феликсович** – [ORCID: 0000-0002-7808-3454] д.м.н., главный научный сотрудник отделения сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27  
профессор кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России 125993, Российская Федерация, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1  
**Полянский Дмитрий Владимирович** – [ORCID:0000-0003-3077-8801] аспирант отделения сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Финансирование.** Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## AUTHOR INFORMATION FORM

**Dmitry F. Beloyartsev** – [ORCID: 0000-0002-7808-3454] MD, PhD, Chief Researcher, Department of Vascular Surgery FSBI «National Medical Research Center of Surgery named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 115093  
Professor, Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation 2/1, bld.1, Barrikadnaya St., Moscow, Russian Federation, 125993

**Dmitry V. Polyansky** – [ORCID:0000-0003-3077-8801] MD, Postgraduate Student, Department of Vascular Surgery, FSBI «National Medical Research Center of Surgery named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 115093

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

**Funding.** The authors declare no funding sources.

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

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## КАРДИОХИРУРГИЯ XXI ВЕКА: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ ПО МЕТОДИКАМ TECAB И MIDCAB/MICS-CABG

Р.Н. Комаров, И.В. Луценко, О.О. Огнев, \*Е.И. Денисова, А.А. Романовский

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Е.В. Денисова (E.V. Denisova) e-mail: elizabeht2000@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель исследования:** проанализировать технические преимущества и эффективность коронарного шунтирования по методике TECAB по сравнению с операциями MIDCAB/MICS-CABG на основе данных литературных источников.

**Материалы и методы:** отбор литературных источников производился при помощи поисковой системы PubMed по запросам «minimally invasive coronary bypass», «MIDCAB», «robot-assisted coronary bypass», «totally endoscopic coronary bypass», «TECAB». Литературный обзор проведён на основании данных, представленных в 33 оригинальных статьях за период с 2004 г. по 2024 г.

**Результаты:** согласно представленным в отобранных публикациях данным TECAB операции по сравнению с методиками MIDCAB и MICS-CABG в большинстве случаев имеют преимущество по следующим показателям: частота конверсии на стернотомный доступ, частота развития раневой инфекции, длительность послеоперационного пребывания в стационаре. В то же время методика TECAB уступает MIDCAB/MICS-CABG по длительности оперативного вмешательства.

**Выводы:** методика TECAB характеризуется более низкой частотой послеоперационных осложнений по сравнению с MIDCAB/MICS-CABG операциями. Длительность госпитализации и частота развития раневой инфекции при выполнении TECAB по литературным данным ниже, чем при MIDCAB/MICS-CABG операциях.

**Ключевые слова:** коронарное шунтирование, миниинвазивная кардиохирургия, роботическая хирургия

**Для цитирования.** Р.Н. Комаров, И.В. Луценко, О.О. Огнев, Е.И. Денисова, А.А. Романовский, «КАРДИОХИРУРГИЯ XXI ВЕКА: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ ПО МЕТОДИКАМ TECAB И MIDCAB/MICS-CABG». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026;2(1): 51–60.

## CARDIAC SURGERY IN THE 21ST CENTURY: A LITERATURE REVIEW OF THE RESULTS OF OPERATIONS USING THE TECAB AND MIDCAB/MICS-CABG

Roman N. Komarov, Ilya V. Lutsenko, \*Oleg O. Ognev, Elizaveta I. Denisova, Artem A. Romanovskiy

FSAEI HE "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)

### ABSTRACT

**Aim:** to analyze the technical advantages and efficacy of coronary artery bypass grafting using the TECAB technique compared to MIDCAB/MICS-CABG, based on literature data.

**Materials and methods:** literature was selected using the PubMed search engine using the queries "minimally invasive coronary bypass," "MIDCAB," "robot-assisted coronary bypass," "totally endoscopic coronary bypass," and "TECAB." The literature review was conducted using data presented in 33 original articles from 2004 to 2024.

**Results:** according to the data presented in the selected publications, TECAB procedures, compared to MIDCAB and MICS-CABG, are generally superior in the following respects: conversion rate to sternotomy access, incidence of wound infection, and length of postoperative hospital stay. At the same time, the TECAB technique is inferior to MIDCAB/MICS-CABG in terms of surgical duration.

**Conclusions:** the TECAB technique is characterized by a lower rate of postoperative complications compared to MIDCAB/MICS-CABG procedures. according to the literature, the length of hospital stay and the incidence of wound infection with TECAB are lower than with MIDCAB/MICS-CABG procedures.

**Keywords:** coronary artery bypass grafting, minimally invasive cardiac surgery, robotic surgery.

### ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно в мире проводится около 1,5 миллиона операций на сердце, 30% которых приходится на коронарное шунтирование [1, 2]. Несмотря на более чем полувековой опыт оперативных вмешательств на коронарных артериях, количество послеоперационных осложнений во многих центрах превышает желаемые целевые уровни. Так, по данным зарубежной литературы, частота раневых инфекций (в большинстве своём, на месте стернотомного доступа) доходит до 8%, пребывание пациентов в состоянии искусственной вентиляции лёгких более 24 ч — до 7,9%, переливание крови и её компонентов — до 48%

[3–6]. Это приводит к более трудному и длительному восстановлению пациентов, увеличению затрат в системе здравоохранения, снижению качества жизни после проведённой операции [4, 7].

В ряде работ показано значимое улучшение послеоперационных показателей у пациентов, которым было выполнено миниинвазивное вмешательство, по сравнению с теми, кто перенёс стандартную стернотомию. Учитывая тот факт, что более 70% всех операций коронарного шунтирования проводятся с использованием стернотомного доступа, данная проблема становится весьма актуальной [7–11].

В России на сегодняшний день при общей положительной тенденции к распространению роботических операций всё ещё более 80% регионов страны лишены соответствующих систем, а кардиохирургия занимает последнюю позицию по количеству хирургов, оперирующих при помощи робота [12]. Пациенты отдают предпочтение миниинвазивным методам лечения, в то время как сегодняшнее состояние кардиохирургии по-прежнему предполагает наличие большого стернотомного доступа, высокой травматичности операции и довольно существенного восстановительного периода.

Особое внимание к миниинвазивным технологиям в кардиохирургии начало появляться в 1990-е годы. Первые сообщения о коронарном шунтировании без традиционного распила грудины, через торакотомный доступ — то, что сегодня известно как MIDCAB, появилось в 1994 г. [13]. В 1995 году американской компанией Computer Motion была впервые продемонстрирована, а в следующем году испытана на животных роботическая система «ZEUS» (рис. 1) [14]. С её помощью 24 сентября 1999 г. канадский хирург Douglas Boyd провёл первую в мире полностью эндоскопическую операцию робот-ассистированного коронарного шунтирования на работающем сердце (TECAB). Пациентом был 60-летний фермер [15–17]. Стоит отметить, что годом ранее, в 1998 г., уже были проведены TECAB-операции при помощи первого поколения системы «da Vinci», но на тот момент ещё с использованием аппарата искусственного кровообращения [18].

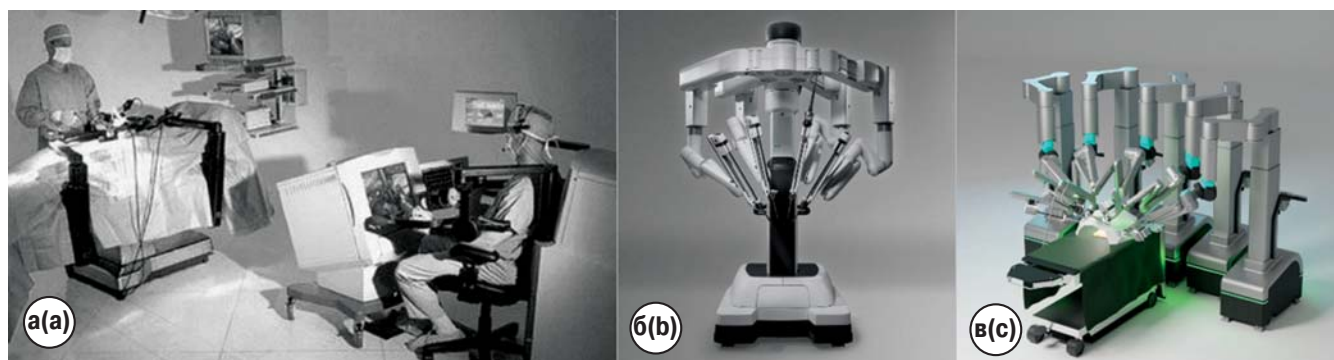
Объединение Computer Motion с другой американской компанией - Intuitive Surgical, известной благодаря серии роботических систем «da Vinci», произошло 7 марта 2003 года, вскоре после чего роботы «ZEUS» были выведены из использования. Чем дальше, тем стремительнее развивалось данное направление в кардиохирургии, и уже в 2001 г. были опубликованы результаты серии TECAB-операций на работающем сердце [19].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор литературных источников производился при помощи поисковой системы PubMed по запросам «minimally invasive coronary bypass», «MIDCAB», «robot-assisted coronary bypass», «totally endoscopic coronary bypass», «TECAB». Литературный обзор проведён на основании данных, представленных в 33 оригинальных статьях за период с 2004 по 2024 год.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Коронарное шунтирование на работающем сердце через миниторакотомный доступ (MIDCAB, MICS-CABG, LAST (left anterior small thoracotomy))  
Несмотря на то, что техника MIDCAB кажется относительно простой, на практике она требует от хирурга особого обучения. Так, в крупном кардиологическом центре в Лейпциге сумели внедрить эту методику в повседневную практику ещё в конце 1990-х — начале 2000-х и в 2007 году сообщили о 1347 прооперированных пациентах [20]. Та же группа оценила кривые обучения и заявила, что для преодоления этапа обучения может потребоваться проведение более 100 операций для каждого отдельного хирурга [21], однако имеются работы, демонстрирующие возможность более быстрого освоения данной методики и, более того, успешное проведение операций непосредственно в период прохождения кривой обучения [22, 23]. На сегодняшний день, этот вариант миниинвазивного коронарного шунтирования выполняется наиболее часто. В **таблице 1** представлены результаты 9571 операции согласно 23 подобранным нами публикациям, разделённые на три группы в соответствии с количеством дистальных анастомозов: (№ 1-7) — MIDCAB, (№ 8-15) — смешанная группа MIDCAB/MICS-CABG, (№ 16-23) — MICS-CABG [24–46]. Общее время операции варьирует от 84 до 283



**Рис. 1.** Роботические системы от истоков до наших дней:  
а – роботическая система «ZEUS», 1995;  
б – робот-хирург «da Vinci Xi», 2014;  
в – индийская модульная роботическая система «SSI Mantra 3», 2024.

**Fig. 1.** Robotic systems from their origins to the present day:  
a – «ZEUS» Robotic Surgical System, 1995;  
b – «da Vinci Xi» Surgical Robot, 2014;  
c – «SSI Mantra 3» Modular Robotic System, 2024.

Таблица 1. MIDCAB и MICS-SABV — интра- и послеоперационные результаты

Table 1. MIDCAB and MICS-SABV — Intra- and postoperative outcomes

№	Автор* / Autor	Год / Year	Страна / Country	Кол-во пациентов / Number of patients	Среднее число дистальных анастомозов / Number of distal anastomosis	Среднее время операции, мин / Time of operation, min	Конверсия на стернотомии / Conversion, %	Летальность (30 дней ПО) / 30-day mortality, %	Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation, %	Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, %	ОНМК / Stroke, %	ОПН / AKI, %	Ревизия из-за кровотечения / Bleeding, %	Раневая инфекция / Wound infection, %	Госпитализация, сут / Length of stay, days
1	Lev-Ran (29)	2004	Israel	100	1,0	—	0,0	1,0	—	0	2,0	1,0	1,0	0,0	4,5
2	Holzhey (26)	2012	Germany	1768	1,0	111	1,8	0,9	8,2	0,45	0,7	1,0	3,1	1,5	—
3	Sabaashnikov (46)	2014	UK	189	1,0	100	1,1	1,1	17,5	—	1,1	5,3	1,6	8,5	7,0
4	Ling (45)	2016	China	200	1,0	—	0,0	0,5	7,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	—
5	Repossini (41)	2019	Italy	1060	1,0	91	2,1	0,9	8,8	1,51	0,3	0,9	1,8	—	5,4
6	Mastroiacovo (38)	2021	Italy	141	1,0	84	0,0	0,0	13,5	0,71	0,7	1,4	2,1	—	6,6
7	Weymann (25)	2024	Germany	310	1,0	130	1,0	0,7	2,3	0,65	0,0	0,0	1,3	—	8,7
<b>Итого/взвешенное среднее/</b>					<b>1,0</b>	<b>105</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>8,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>6,2</b>
<b>Total/weighted average</b>															
Min					100	84	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
Max					1768	130	2,1	1,1	17,5	1,5	2,0	5,3	3,1	8,5	8,7
8	Reser (28)	2015	Switzerland	152	1,1	115	4,6	2,0	—	0,66	0,0	—	3,3	2,0	7,0
9	Gong (24)	2016	China	61	1,1	186	3,3	1,6	14,8	3,28	1,6	3,3	1,6	1,6	9,2
10	Rodriguez (37)	2017	Canada	306	1,8	—	3,3	0	3,9	0	0,0	—	2,0	2,3	5,8
11	Seo (27)	2018	Korea	66	1,1	144	0,0	1,5	7,6	0	0,0	1,5	3,0	3,0	9,6
12	Sakaguchi (33)	2020	Japan	122	1,9	271	4,9	0,8	—	0,82	0,0	0,8	0,0	0,0	16,1
13	Monsefi (39)	2023	Germany	234	1,2	138	0,4	1,7	—	0,85	0,4	—	3,4	1,3	6,0
14	Fraund-Cremer (40)	2023	Germany	1363	1,8	127	1,1	1,2	—	0,22	1,5	—	1,7	2,7	8,0
15	Rufa (44)	2024	Germany	1149	1,5	—	0,4	1,2	1,2	0,96	1,1	1,7	2,9	2,4	7,0
<b>Итого/взвешенное среднее/</b>					<b>1,6</b>	<b>139</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>2,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>7,6</b>
<b>Total/weighted average</b>															
Min					61	115	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	5,8
Max					1363	271	4,9	2,0	14,8	3,3	1,6	3,3	3,4	3,0	16,1
16	Nambiar (35)	2018	India	819	3,1	176	0,5	0,7	2,0	—	—	0,2	0,6	—	3,1
17	Andrawes (36)	2018	USA	700	2,7	254	2,4	1,1	24,1	—	1,3	—	3,3	0,4	5,5
18	Diab (30)	2019	Germany	21	2,1	238	0,0	0,0	—	9,52	0,0	0,0	9,5	4,8	—
19	Snegirev (34)	2020	Russian Federation	245	2,6	195	0,8	0,4	17,6	1,22	0,4	0,4	1,6	1,2	6,7
20	Tiwari (42)	2021	India	216	2,3	87	0,5	0,0	—	1,39	—	—	0,9	1,9	4,9
21	Daviewala (32)	2021	Germany	88	2,4	283	0,0	1,1	14,8	1,14	0,0	1,1	5,7	0,0	9,3
22	Mavioglu (31)	2022	Turkey	112	2,9	—	3,6	1,8	—	0	0,0	0,9	0,0	2,7	—
23	Ushioda (43)	2024	Thailand	149	2,7	248	1,3	1,3	19,5	0,67	0,7	0,0	4,0	0,0	6,3
<b>Итого/взвешенное среднее</b>					<b>2,8</b>	<b>203</b>	<b>1,3</b>	<b>0,8</b>	<b>13,5</b>	<b>1,2</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>2,0</b>	<b>0,9</b>	<b>4,9</b>
<b>Total/weighted average</b>															
Min					21	87	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Max					819	283	3,6	1,8	24,1	9,5	1,3	1,1	9,5	4,8	9,3

Примечание: \*в скобках указан номер публикации в списке литературы. ОПН – острая почечная недостаточность; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.  
Note: AKI – acute kidney injury.

минут, что в значительной степени зависит от количества используемых шунтов и накладываемых анастомозов, и в меньшей степени определяется опытом оперирующего хирурга [23]. Прочие интра- и послеоперационные показатели отображены в таблице 1. Во время этой процедуры грудная клетка в области миниторакотомного доступа растягивается на несколько часов, что может привести к повреждению тканей и бактериальной контаминации. Целью сообщества кардиохирургов было сократить время пребывания пациента в стационаре за счет снижения инвазивности коронарного шунтирования. Наш обзор показывает, что, несмотря на то, что некоторые центры отправляют пациентов домой уже через 3 дня после операции, в среднем послеоперационное пребывание в стационаре длится 6-7 дней. Средняя 5-летняя выживаемость, равная 89,8%, соответствует таковой при коронарном шунтировании через срединную стернотомию [47].

2. Полностью эндоскопическое коронарное шунтирование при помощи роботической системы (TECAB, totally endoscopic CABG)

При TECAB все этапы операции, включая забор ВГА и наложение анастомоза, выполняются при помощи робота-хирурга без каких-либо дополнительных доступов в грудную полость.

В **таблице 2** представлены результаты 1476 операций по методике TECAB, 84 из которых были выполнены при помощи роботической системы «ZEUS», а остальные — на роботе «da Vinci» [48–57]. Представленные данные также разделены на три группы в соответствии с количеством дистальных анастомозов. Согласно имеющимся данным, при данной методике возможно успешное использование обеих ВГА, причём, как отмечают авторы представленных работ, сохранение интактной грудины положительно сказывается на процессе их двустороннего выделения [50, 52, 55–57].

Среднее время операции при использовании роботической системы «da Vinci» варьирует от 204 до 326 минут, для робота «ZEUS» — 368 минут. Интра- и послеоперационные показатели отображены в **таблице 2**.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В **таблице 3** представлено итоговое сопоставление рассмотренных нами методик коронарного шунтирования.

### *Длительность операции*

Время операции среди подобранных нами публикаций варьирует в довольно широких пределах — от 84 до 368 минут — и, как было отмечено ранее, зависит от количества подшиваемых шунтов и использования высокотехнологичного оборудования (отмечено статистически значимое различие между продолжительностью традиционных и робот-ассистированных операций — более технически сложные устройства приводят к увеличению временных затрат). Стоит отметить существенное влия-

ние опыта отдельного хирурга и всей операционной бригады на длительность проводимой операции. Несмотря на то, что техника MIDCAB/MICS-CABG кажется относительно простой, на практике она требует от хирурга особого обучения. Так, в крупном кардиологическом центре в Лейпциге сумели внедрить эту методику в повседневную практику ещё в конце 1990-х — начале 2000-х и в 2007 году сообщили о 1347 прооперированных пациентах [20]. Та же группа оценила кривые обучения и указала, что для преодоления этапа обучения может потребоваться проведение более 100 операций для каждого отдельного хирурга [21]. Однако имеются работы, демонстрирующие возможность более быстрого освоения данной методики и, более того, успешное проведение операций непосредственно в период прохождения кривой обучения [22, 23]. Данные по кривым обучения робот-ассистированному забору внутренней грудной артерии весьма варьируют, что, возможно, в определённой степени связано с предшествующим опытом оперирующего хирурга [58, 59]. Так, в ретроспективном анализе первых 300 процедур робот-ассистированного коронарного шунтирования, выполненных в нескольких европейских центрах, было выявлено значительное улучшение интра- и послеоперационных характеристик после 50 операций [59]. Недавний анализ, проведённый хирургами из США на основе выполненных с 2014 г. по 2019 г. 1195 операций, показал, что стабильные клинические результаты могут быть достигнуты после 10-й процедуры [60].

Однако стоит иметь в виду факт того, что при большей длительности высокотехнологичных операций достигается гораздо меньшая травматизация пациента и, как результат, его скорейшее восстановление в послеоперационном периоде [10]. Одним из недостатков миниторакотомного доступа при MIDCAB и MICS-CABG является тот факт, что внутренние грудные артерии трудно осмотреть по всей их длине. Данные методики непросты и с точки зрения эргономики, поскольку доступ к внутренней грудной артерии осуществляется под углом, а при двустороннем заборе артерий доступ и обзор ещё более затруднительны.

### *Конверсия на стернотомию*

Переход от изначально миниинвазивного доступа к стандартным широким разрезам нередко приходилось выполнять на заре развития лапароскопических технологий в абдоминальной хирургии. Аналогичная ситуация наблюдается и в кардиохирургии [61]. В проведённом нами обзоре литературных источников частота конверсии на стернотомный доступ статистически значимо меньше при методике TECAB (исключение составила промежуточная группа, содержащая объединённые данные по одно- и многососудистым операциям). Однако стоит иметь в виду факт того, что операционные бригады, выполняющие TECAB-операции, в большинстве своём состоят из хирургов, уже обладающих значительным опытом, что вносит определённый вклад в гораздо меньшее количество конверсий на стернотомный доступ.

Таблица 2. Интра- и послеоперационные результаты применения технологии TESAV

Table 2. Intra- and postoperative outcomes TESAV technology

№	Автор / Autor	Год / Year	Страна / Country	Кол-во пациентов / Number of patients	Среднее число дистальных анастомозов / Number of distal anastomosis	Среднее время операции, мин / Time of operation, min	Конверсия на стенозотомию / Conversion, %	Летальность (30 дней ПО) / 30-day mortality, %	Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation, %	Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, %	ОНМК / Stroke, %	ОПН / AKI, %	Ревизия из-за кровотечения / Bleeding, %	Раневая инфекция / Wound infection, %
1	Boyd (48)	2002	USA	84	1,0	368	0,0	0,0	–	0,0	1,2	–	1,2	–
2	Fleck (49)	2005	Austria	14	1,0	298	–	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	–	–
3	Jegaden (51)	2011	France	59	1,0	204	0,0	1,7	–	3,4	0,0	–	8,5	–
4	Yang (53)	2015	China	100	1,0	219	0,0	0,0	–	0,0	0,0	–	1,0	0,0
5	Zaouter (54)	2015	France	38	1,0	–	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Итого/взвешенное среднее/ Total/weighted average</b>				<b>295</b>	<b>1,0</b>	<b>269</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>15,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>
				Min		204	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				Max		368	0,0	1,7	18,4	3,4	1,2	0,0	8,5	0,0
6	Srivastava (50)	2010	USA	214	1,4	234	0,5	0,0	10,3	0,0	0,5	0,5	0,9	–
7	Dhawan (52)	2012	USA	106	1,8	326	4,7	3,8	16,0	0,9	1,9	2,8	3,8	–
8	Balkhy (57)	2018	USA	263	1,6	286	0,4	1,5	21,7	0,4	0,0	1,9	1,1	0,0
9	Balkhy (56)	2022	USA	192	1,6	273	0,0	0,5	8,9	0,0	0,0	2,6	1,0	–
<b>Итого/взвешенное среднее/ Total/weighted average</b>				<b>775</b>	<b>1,6</b>	<b>274</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>14,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,4</b>	<b>0,0</b>
				Min		234	0,0	0,0	8,9	0,0	0,0	0,5	0,9	0,0
				Max		326	4,7	3,8	21,7	0,9	1,9	2,8	3,8	0,0
10	Balkhy (55)	2024	USA	406	2,2	313	0,0	1,2	13,3	0,2	0,2	3,4	0,7	0,0

Примечание: \*в скобках указан номер публикации в списке литературы. ОПН – острая почечная недостаточность; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.  
Note: AKI – acute kidney injury.

Таблица 3. Интра- и послеоперационные результаты сопоставления методик MIDCAB, MICS-CABG и TESAV

Table 3. Intra- and postoperative outcomes MIDCAB, MICS-CABG and TESAV technology

Операция / Type of operation	Кол-во подобранных статей / Number of articles	Кол-во пациентов / Number of patients	Среднее число дистальных анастомозов / Number of distal anastomosis	Среднее время операции, мин / Time of operation, min	Конверсия на стенозотомию / Conversion, %	Летальность (30 дней ПО) / 30-day mortality, %	Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation, %	Инфаркт миокарда / Myocardial infarction, %	ОНМК / Stroke, %	ОПН / AKI, %	Ревизия из-за кровотечения / Bleeding, %	Раневая инфекция / Wound infection, %	Госпитализация, сут / Length of stay, days
MIDCAB	7	3768	1,0	105	1,5	0,8	8,5	0,8	0,6	1,1	2,2	1,9	6,2
TESAB	5	295	1,0	269	0,0	0,3	15,4	0,7	0,3	0,0	2,5	0,0	5,5
MID-/MICS- CABG	8	3453	1,6	139	1,3	1,2	2,5	0,6	1,0	1,6	2,3	2,3	7,6
TESAB	4	775	1,6	274	0,9	1,2	14,6	0,3	0,4	1,8	1,4	0,0	3,4
MICS-CABG	8	2350	2,8	203	1,3	0,8	13,5	1,2	0,8	0,3	2,0	0,9	4,9
TESAB	1	406	2,2	313	0,0	1,2	13,3	0,2	0,2	3,4	0,7	0,0	2,4

Примечание: ОПН – острая почечная недостаточность; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения.  
Note: AKI – acute kidney injury.

### *Летальность в раннем послеоперационном периоде*

Показатели летальности в раннем послеоперационном периоде по данным нашего обзора не имеют статистически значимых различий. В 2011 г. опубликованы результаты анализа базы данных STS (The Society of Thoracic Surgeons), в котором были представлены 101 188 операций традиционного АКШ. Летальность в первые 30 дней после оперативного вмешательства составила от 1,6% до 5,3% в зависимости от количества и типа (аутовенозный или маммарный) наложенных шунтов [62]. Аналогичное исследование, также основанное на базе данных STS и включающее 144 526 пациентов, выявило периоперационную летальность в диапазоне от 1,7 до 2,6% в зависимости от объема операции [63].

Согласно представленным данным, рассмотренные нами методики миниинвазивных операций, как TECAB, так и MIDCAB/MICS-CABG, характеризуются меньшими показателями летальности в раннем послеоперационном периоде по сравнению с традиционным стернотомным доступом.

При статистическом анализе также обнаружена значимо меньшая частота развития раневой инфекции при TECAB-операциях, что предположительно можно объяснить меньшей площадью раневой поверхности и меньшей степенью травматизации тканей по сравнению с методиками MIDCAB/MICS-CABG. Необходимо отметить, что указанная высокая частота возникновения острой почечной недостаточности в группе многосудистых TECAB-операций ограничена одной выборкой пациентов, в связи с чем требуется наличие дополнительных исследований для уточнения истинного значения этого показателя.

### *Длительность госпитализации*

При обсуждении миниинвазивных методик коронарного шунтирования средняя продолжительность пребывания в стационаре является одним из наиболее обнадёживающих показателей. Особый интерес вызывают данные, опубликованные группой врачей из Чикаго: из 720 прооперированных по методике TECAB пациентов 93 были выписаны на первый день после операции [64]. Пациенты для столь раннего завершения госпитализации тщательно отбирались. Они были моложе, в их группе реже встречались ожирение, сахарный диабет и хроническая болезнь почек, 56% из них были экстубированы ещё в операционной. При сравнении отдалённых результатов данная группа не отличалась по количеству осложнений от группы сравнения, что свидетельствует об успешном опыте применения «ultrafast-track»-протокола.

Однако при оценке длительности послеоперационной госпитализации следует учитывать возможное влияние факторов, связанных с различными системами здраво-

охранения и способных в определённой степени влиять на продолжительность пребывания в отделении стационара. Американская система здравоохранения, особенно в условиях частного страхования, в значительной степени ориентирована на стоимость госпитализации. В связи с этим наблюдается тенденция к более ранней выписке пациента и его переводу в специализированные реабилитационные центры или на амбулаторный уход. Европейские системы здравоохранения в большей степени ориентированы на соблюдение клинических протоколов и стандартов, которые часто включают рекомендованные сроки госпитализации для различных состояний (например, 4-5 дней после неосложнённой операции). Решение о выписке принимается преимущественно на основе клинических показателей (стабильность состояния, способность к самообслуживанию, отсутствие осложнений).

В целом, можно выделить следующие преимущества TECAB-операций:

- 1) Установка только 5 портов без последующей торакотомии вносит существенный вклад в более быстрое послеоперационное восстановление пациента и его скорейшее возвращение к трудовой деятельности. Следует также отметить менее выраженный болевой синдром и более приемлемый косметический эффект в месте оперативного доступа.
- 2) Отсутствие широких доступов в грудную полость позволяет выполнять двусторонний забор ВГА без существенного риска развития раневой инфекции независимо от ИМТ пациента или уровня гликированного гемоглобина.
- 3) Выполнение TECAB-операций на работающем сердце и использование обеих ВГА для формирования анастомозов даёт возможность полностью артериальной реваскуляризации миокарда без каких-либо манипуляций на аорте, что снижает риск развития нежелательных осложнений.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Согласно рассмотренным литературным данным коронарное шунтирование по методике TECAB характеризуется более низкой частотой послеоперационных осложнений по сравнению с MIDCAB/MICS-CABG операциями, при этом роботические технологии позволяют снизить интраоперационную травматичность и выраженность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде. Длительность госпитализации и частота развития раневой инфекции при выполнении TECAB ниже, чем при MIDCAB/MICS-CABG. Для оценки статистической значимости выявленных преимуществ необходимо дальнейшее проведение полноценного систематического обзора и метаанализа. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Vervoort D., Lee G., Ghandour H. et al Global Cardiac Surgical Volume and Gaps: Trends, Targets, and Way Forward. *Annals of Thoracic Surgery Short Reports*. 2024; 2 (2): 320–324. DOI: [10.1016/J.ATSSR.2023.11.019](https://doi.org/10.1016/J.ATSSR.2023.11.019)
2. Vervoort D., Swain J. B.D., Pezzella A.T. et al Cardiac Surgery in Low- and Middle-Income Countries: A State-of-the-Art Review. *Ann Thorac Surg*. 2021; 111 (4): 1394–1400. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2020.05.181](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2020.05.181)
3. Lemaigen A., Birgand G., Ghodhbane W. et al Sternal Wound Infection after Cardiac Surgery: Incidence and Risk Factors According to Clinical Presentation. *Clin Microbiol Infect* 2015; 21 (7): 674.e11-674.e18. DOI: [10.1016/J.CMI.2015.03.025](https://doi.org/10.1016/J.CMI.2015.03.025)
4. Morrell Scott N., Lotto R. R., Spencer, E. et al Risk Factors for Post Sternotomy Wound Complications across the Patient Journey: A Systematised Review of the Literature. *Heart Lung*. 2022; 55: 89–101. DOI: [10.1016/J.HRTLNG.2022.04.013](https://doi.org/10.1016/J.HRTLNG.2022.04.013)
5. Pahwa S., Bernabei A., Schaff H. et al Impact of Postoperative Complications after Cardiac Surgery on Long-Term Survival. *J Card Surg*. 2021; 36 (6): 2045–2052. DOI: [10.1111/JOCS.15471](https://doi.org/10.1111/JOCS.15471)
6. Crawford T.C., Magruder J.T., Grimm J.C. et al Complications After Cardiac Operations: All Are Not Created Equal. *Ann Thorac Surg*, 2017; 103 (1): 32–40. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2016.10.022](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2016.10.022)
7. Alsharif A., Alshamrani G., Abu Alsoud A. et al Comparing the Effectiveness of Open and Minimally Invasive Approaches in Coronary Artery Bypass Grafting: A Systematic Review. *Clin Pract*. 2024; 14 (5): 1842–1868. DOI: [10.3390/CLIN-PRACT14050147](https://doi.org/10.3390/CLIN-PRACT14050147)
8. Cain M.T., Joyce D.L., Szabo A. et al Reduced Morbidity and Mortality Associated With Minimally Invasive Single-Vessel Coronary Artery Bypass Compared With Conventional Sternotomy. *Ann Surg*. 2023; 277 (5): E1176–E1183. DOI: [10.1097/SLA.0000000000005511](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005511)
9. Smith N. J., Miles B., Cain M.T. et al Minimally Invasive Single-Vessel Left Internal Mammary to Left Anterior Descending Artery Bypass Grafting Improves Outcomes over Conventional Sternotomy: A Single-Institution Retrospective Cohort Study. *J Card Surg*. 2019; 34 (9): 788–795. DOI: [10.1111/JOCS.14144](https://doi.org/10.1111/JOCS.14144)
10. Bonatti J., Wallner S., Crailshei I. et al Minimally Invasive and Robotic Coronary Artery Bypass Grafting—a 25-Year Review. *J Thorac Dis*. 2021; 13 (3): 1923–1944. DOI: [10.21037/JTD-20-1535](https://doi.org/10.21037/JTD-20-1535)
11. Kayatta M.O., Halkos M.E., Narayan P. Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery: Official Organ, Association of Thoracic and Cardiovascular Surgeons of India*. 2018; 34 (Suppl 3): 302. DOI: [10.1007/S12055-017-0631-X](https://doi.org/10.1007/S12055-017-0631-X)
12. Все о роботе da Vinci и роботической хирургии в России <https://robot-davinci.ru/o-robote-hirurgie/> All about the da Vinci robot and robotic surgery in Russia <https://robot-davinci.ru/o-robote-hirurgie> (accessed Jan 23, 2025).
13. Benetti F.J. et al Uso de La Toracosopia En Cirugía Coronaria Para La Disección de La Mamaria Izquierda. *La Prensa Medica Argentina*. 1994; 9: 81–87.
14. Ae R. A. F., Ae A. J. K., Lorincz A. et al. Robotic Endoscopic Surgery in a Porcine Model of the Infant Neck. *Journal of Robotic Surgery*. 2007; 1(1): 75–83. DOI: [10.1007/S11701-006-0007-5](https://doi.org/10.1007/S11701-006-0007-5)
15. Morrell A.L.G., Morrell-Junior A.C., Morrell A.G., et al The History of Robotic Surgery and Its Evolution: When Illusion Becomes Reality. *Rev Col Bras Cir*. 2021; 48: e20202798. DOI: [10.1590/0100-6991E-20202798](https://doi.org/10.1590/0100-6991E-20202798)
16. Surgeon Performs Bypass Operation by Microsurgery. *BMJ: British Medical Journal* 1999; 319 (7216): 1026.
17. Boyd W.D., Rayman R., Desai N.D. et al Closed-Chest Coronary Artery Bypass Grafting on the Beating Heart with the Use of a Computer-Enhanced Surgical Robotic System. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2000; 120 (4): 807–809. DOI: [10.1067/mtc.2000.109541](https://doi.org/10.1067/mtc.2000.109541)
18. Loulmet D., Carpentier A., D'Attellis N. et al Endoscopic Coronary Artery Bypass Grafting with the Aid of Robotic Assisted Instruments. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1999; 118 (1): 4–10. DOI: [10.1016/S0022-5223\(99\)70133-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(99)70133-9)
19. Kappert U., Cichon R., Schneider J. et al Technique of Closed Chest Coronary Artery Surgery on the Beating Heart. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001; 20 (4): 765–769. DOI: [10.1016/S1010-7940\(01\)00859-4](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(01)00859-4)
20. Holzhey D.M., Jacobs S., Mochalski M. et al Seven-Year Follow-up after Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass: Experience with More than 1300 Patients. *Ann Thorac Surg*. 2007; 83 (1):108–114. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2006.08.029](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2006.08.029)
21. Holzhey D.M., Jacobs S., Walther T. et al Cumulative Sum Failure Analysis for Eight Surgeons Performing Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007; 134 (3): DOI: [10.1016/J.JTCVS.2007.03.029](https://doi.org/10.1016/J.JTCVS.2007.03.029)
22. Masroor M., Chen C., Zhou K. et al Minimally Invasive Left Internal Mammary Artery Harvesting Techniques during the Learning Curve Are Safe and Achieve Similar Results as Conventional LIMA Harvesting Techniques. *J Cardiothorac Surg*. 2022; 17 (1): 1–13. DOI: [10.1186/S13019-022-01961-0/TABLES/4](https://doi.org/10.1186/S13019-022-01961-0/TABLES/4)
23. Sugimura Y., Suzuki T., Bauer S.J. et al Experience in Setting up Non-Robotic Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting in a Non-Routine off-Pump Coronary Artery Bypass Center. *Eur J Med Res*. 2025; 30 (1): 64. DOI: [10.1186/S40001-025-02320-0](https://doi.org/10.1186/S40001-025-02320-0)
24. Gong W., Cai J., Wang Z. Robot-Assisted Coronary Artery Bypass Grafting Improves Short-Term Outcomes Compared with Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting. *J Thorac Dis*. 2016; 8 (3): 459–468. DOI: [10.21037/JTD.2016.02.67](https://doi.org/10.21037/JTD.2016.02.67)
25. Weymann A., Amanov L., Beltsios E. et al Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting: Sixteen Years of Single-Center Experience. *J Clin Med*. 2024; 13 (11): DOI: [10.3390/JCM13113338](https://doi.org/10.3390/JCM13113338)

26. Holzhey D.M., Cornely J. P., Rastan A. J. et al. Review of a 13-Year Single-Center Experience with Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass as the Primary Surgical Treatment of Coronary Artery Disease. *Heart Surg Forum*. 2012; 15 (2): DOI: [10.1532/HSF98.20111141](https://doi.org/10.1532/HSF98.20111141)
27. Seo D.H., Kim J.S., Park K. H. et al. Mid-Term Results of Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018; 51 (1): 8–14. DOI: [10.5090/KJTCS.2018.51.1.8](https://doi.org/10.5090/KJTCS.2018.51.1.8)
28. Reser D., Hemelrijck M., Van Pavicevic J. et al. Mid-Term Outcomes of Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2015; 63 (4): 313–318. DOI: [10.1055/S-0034-1389085](https://doi.org/10.1055/S-0034-1389085)
29. Lev-Ran O., Pevni D., Neshet N. et al. Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting: Single-Center Experience with 1,000 Consecutive Patients. *Israel Medical Association Journal*. 2004; 6 (11): 665–669.
30. Diab M., Färber G., Sponholz C. Coronary Artery Bypass Grafting Using Bilateral Internal Thoracic Arteries through a Left-Sided Minithoracotomy: A Single-Center Starting Experience. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2019; 67 (6): 437–443. DOI: [10.1055/S-0038-1670632](https://doi.org/10.1055/S-0038-1670632)
31. Mavioglu I., Vallely M.P. Minimally Invasive Off-Pump Anaortic Coronary Artery Bypass (MACAB). *J Card Surg*. 2022; 37 (12): 4944–4951. DOI: [10.1111/JOCS.17180](https://doi.org/10.1111/JOCS.17180)
32. Davierwala P.M., Verevkin A., Sgouropoulou S. et al. Minimally Invasive Coronary Bypass Surgery with Bilateral Internal Thoracic Arteries: Early Outcomes and Angiographic Patency. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021; 162 (4): 1109–1119.e4. DOI: [10.1016/J.JTCVS.2019.12.136](https://doi.org/10.1016/J.JTCVS.2019.12.136)
33. Sakaguchi T., Totsugawa T., Tamura K. et al. Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting: Useful Routine Option for Coronary Revascularization in Selected Cases. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2020; 68 (10): 1128–1133. DOI: [10.1007/S11748-020-01336-Z](https://doi.org/10.1007/S11748-020-01336-Z)
34. Snegirev M. A., Paivin A. A., Denisyuk D.O. et al. Minimal-ly Invasive Multivessel Coronary Bypass Surgery: Angiographic Patency Data. *J Card Surg*. 2020; 35 (3): 620–625. DOI: [10.1111/JOCS.14439](https://doi.org/10.1111/JOCS.14439)
35. Nambiar P., Kumar S., Mittal C. M. et al. Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting with Bilateral Internal Thoracic Arteries: Will This Be the Future? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018; 155 (1): 190–197. DOI: [10.1016/J.JTCVS.2017.07.088](https://doi.org/10.1016/J.JTCVS.2017.07.088)
36. Andrawes P.A., Shariff M.A., Nabagiez J.P. et al. Evolution of Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting: Learning Curve. *Innovations (Phila)*. 2018; 13 (2): 81–90. DOI: [10.1097/IMI.0000000000000483](https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000483)
37. Rodriguez M.L., Lapierre H.R., Sohmer B. et al. Mid-Term Follow-up of Minimally Invasive Multivessel Coronary Artery Bypass Grafting: Is the Early Learning Phase Detrimental? *Innovations (Phila)*. 2017; 12 (2): 116–120. DOI: [10.1097/IMI.0000000000000353](https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000353)
38. Mastroiacovo G., Manganiello S., Pirola S. et al. Very Long-Term Outcome of Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass. *Ann Thorac Surg*. 2021; 111 (3): 845–852. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2020.06.025](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2020.06.025)
39. Monsefi N., Alaj E., Sirat S. Postoperative Results of Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Procedure in 234 Patients. *Front Cardiovasc Med*. 2023; 9: DOI: [10.3389/FCVM.2022.1051105](https://doi.org/10.3389/FCVM.2022.1051105)
40. Fraund-Cremer S., Hoffmann G., Arndt J. et al. Long-Term Follow-up of Patients with Complex Coronary Artery Disease Treated with Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass. *Cardiol J*. 2023; 30 (6): 1003–1009. DOI: [10.5603/CJ.94716](https://doi.org/10.5603/CJ.94716)
41. Repossini A., Di Bacco L., Nicoli F. et al. Minimally Invasive Coronary Artery Bypass: Twenty-Year Experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019; 158 (1): 127–138.e1. DOI: [10.1016/J.JTCVS.2018.11.149](https://doi.org/10.1016/J.JTCVS.2018.11.149)
42. Tiwari K.K., Wadhawa V., Jawarkar M. et al. Total Arterial Multivessels Minimal Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting via Left Minithoracotomy. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2021; 69 (1): 8–13. DOI: [10.1007/S11748-020-01412-4](https://doi.org/10.1007/S11748-020-01412-4)
43. Ushioda R., Hirofujii A., Yoongtong D. et al. Multi-Vessel Coronary Artery Grafting: Analyzing the Minimally Invasive Approach and Its Safety. *Front Cardiovasc Med*. 2024; 11: DOI: [10.3389/FCVM.2024.1391881](https://doi.org/10.3389/FCVM.2024.1391881)
44. Rufa M.I., Ursulescu A., Dippon J. et al. Minimally Invasive Multi-Vessel off-Pump Coronary Surgery as Safe and Effective as MIDCAB? *Front Cardiovasc Med*. 2024; 11: DOI: [10.3389/FCVM.2024.1385108](https://doi.org/10.3389/FCVM.2024.1385108)
45. Ling Y., Bao L., Yang W. et al. Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting with an Improved Rib Spreader and a New-Shaped Cardiac Stabilizer: Results of 200 Consecutive Cases in a Single Institution. *BMC Cardiovasc Disord*. 2016; 16 (1): DOI: [10.1186/S12872-016-0216-4](https://doi.org/10.1186/S12872-016-0216-4)
46. Sabashnikov A., Patil N. P., Weymann A. et al. Outcomes after Different Non-Sternotomy Approaches to Left Single-Vessel Revascularization: A Comparative Study with up to 10-Year Follow-Up. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014; 46 (4): e48–e55. DOI: [10.1093/EJCTS/EZU287](https://doi.org/10.1093/EJCTS/EZU287)
47. Lopes N.H., Paulitsch F.da S., Gois A.F. et al. Impact of Number of Vessels Disease on Outcome of Patients with Stable Coronary Artery Disease: 5-Year Follow-up of the Medical, Angioplasty, and Bypass Surgery Study (MASS). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008; 33 (3): 349–354. DOI: [10.1016/J.EJCTS.2007.11.025](https://doi.org/10.1016/J.EJCTS.2007.11.025)
48. Boyd W.D., Kodera K., Stahl K.D. et al. Current Status and Future Directions in Computer-Enhanced Video- and Robotic-Assisted Coronary Bypass Surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2002; 14 (1): 101–109. DOI: [10.1053/STCS.2002.31893](https://doi.org/10.1053/STCS.2002.31893)
49. Fleck T., Tschernko E., Hutschala D. Total Endoscopic CABG Using Robotics on Beating Heart. *Heart Surgery Forum*. 2005; 8 (4): 237–239. DOI: [10.1532/HSF98.20051132](https://doi.org/10.1532/HSF98.20051132)
50. Srivastava S., Gadasalli S., Agusala M. et al. Beating Heart Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass. *Ann Thorac Surg*. 2010; 89 (6): 1873–1880. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2010.03.014](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2010.03.014)
51. Jegaden O., Wautot F., Sassard T. et al. Is There an Optimal Minimally Invasive Technique for Left Anterior Descending Coronary Artery Bypass? *J Cardiothorac Surg*. 2011; 6 (1):

37. DOI: [10.1186/1749-8090-6-37](https://doi.org/10.1186/1749-8090-6-37)

52. Dhawan R, Roberts J. D., Wroblewski K. et al. Multivessel Beating Heart Robotic Myocardial Revascularization Increases Morbidity and Mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 143 (5): 1056–1061. DOI: [10.1016/J.JTCVS.2011.06.023](https://doi.org/10.1016/J.JTCVS.2011.06.023)

53. Yang M., Wu Y., Wang G. et al. Robotic Total Arterial Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting: Seven-Year Single-Center Experience and Long-Term Follow-up of Graft Patency. *Annals of Thoracic Surgery.* 2015; 100 (4): 1367–1373. DOI: [10.1016/j.athoracsur.2015.04.054](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.04.054)

54. Zaouter C., Imbault J., Labrousse L. et al. Association of Robotic Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Graft Surgery Associated With a Preliminary Cardiac Enhanced Recovery After Surgery Program: A Retrospective Analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015; 29 (6): 1489–1497. DOI: [10.1053/J.JVCA.2015.03.003](https://doi.org/10.1053/J.JVCA.2015.03.003)

55. Nisivaco S., Bhasin R., Kitahara H. et al. Bilateral Internal Thoracic Artery Grafting in Robotic Beating-Heart Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass: 10-Year Outcomes. *Ann Cardiothorac Surg.* 2024; 13 (4): 354–363. DOI: [10.21037/ACS-2024-RCABG-0016](https://doi.org/10.21037/ACS-2024-RCABG-0016)

56. Balkhy H.H., Nisivaco S.M., Hashimoto M. et al. Robotic Total Endoscopic Coronary Bypass in 570 Patients: Impact of Anastomotic Technique in Two Eras. *Annals of Thoracic Surgery.* 2022; 114 (2): 476–482. DOI: [10.1016/j.athoracsur.2021.10.049](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.10.049)

57. Kitahara H., McCrorey M., Patel B. et al. Does Robotic Beating Heart Connector Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Bridge the Gender Gap in Coronary Bypass Surgery? *Innovations (Phila).* 2018; 13 (1): 35–39. DOI: [10.1097/IMI.0000000000000465](https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000465)

58. Jonsson A., Binongo J., Patel P. et al. Mastering the Learning Curve for Robotic-Assisted Coronary Artery Bypass Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2023; 115 (5): 1118–1125. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2023.02.045](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2023.02.045)

59. van den Eynde J., Bentein H.V., Decaluwé T. Safe Implementation of Robotic-Assisted Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass: Application of Learning Curves and Cumulative Sum Analysis. *J Thorac Dis.* 2021; 13 (7): 4260–4270. DOI: [10.21037/JTD-21-775](https://doi.org/10.21037/JTD-21-775)

60. Patrick W.L., Iyengar A., Han J. J. et al. The Learning Curve of Robotic Coronary Arterial Bypass Surgery: A Report from the STS Database. *J Card Surg.* 2021; 36 (11): 4178–4186. DOI: [10.1111/JOCS.15945](https://doi.org/10.1111/JOCS.15945)

61. Duhaylongsod F.G., Mayfield W. R., Wolf R.K. Thoracoscopic Harvest of the Internal Thoracic Artery: A Multicenter Experience in 218 Cases. *Ann Thorac Surg.* 1998; 66 (3): 1012–1017. DOI: [10.1016/S0003-4975\(98\)00731-0](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(98)00731-0)

62. Jacobs J.P., Edwards F.H., Shahian D.M. et al. Successful Linking of the Society of Thoracic Surgeons Database to Social Security Data to Examine Survival after Cardiac Operations. *Ann Thorac Surg.* 2011; 92 (1): 32–39. DOI: [10.1016/J.ATHORACSUR.2011.02.029](https://doi.org/10.1016/J.ATHORACSUR.2011.02.029)

63. Shahia D.M., O'Brien S.M., Normand S.L.T. et al. Association of Hospital Coronary Artery Bypass Volume with Processes of Care, Mortality, Morbidity, and the Society of Thoracic Surgeons Composite Quality Score. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 139 (2): 273–282. DOI: [10.1016/J.JTCVS.2009.09.007](https://doi.org/10.1016/J.JTCVS.2009.09.007)

64. Nisivaco S., Patel B., Coleman C. Postoperative Day 1 Discharge After Robotic Totally Endoscopic Coronary Bypass: The Ultimate in Enhanced Recovery After Surgery. *Innovations (Phila).* 2023; 18 (2): 159–166. DOI: [10.1177/15569845231164374](https://doi.org/10.1177/15569845231164374)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Комаров Роман Николаевич** – [ORCID: 0000-0002-3904-6415] д.м.н., профессор, заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва 119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4

**Огнев Олег Олегович** – [ORCID: 0000-0002-9305-2250] к.м.н., ассистент кафедры сердечно-сосудистой хирургии Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва 119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

**Луценко Илья Владимирович** – [ORCID: 0000-0003-3222-6963] врач сердечно-сосудистой хирургии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва 119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

**Денисова Елизавета Игоревна** – [ORCID: 0009-0006-5813-9357] ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва 119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

**Романовский Артём Андреевич** – [ORCID: 0009-0004-2300-6795] студент 5 курса Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва 119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 23-15-00434.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR INFORMATION FORM

**Roman N. Komarov** – [ORCID: 0000-0002-3904-6415] MD, PhD, Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Professional Education, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow  
FSAEI of HE "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)  
2, Bolshaya Pirogovskaya str., building 4, Moscow, Russian Federation, 119991

**Oleg O. Ognev** – [ORCID: 0000-0002-9305-2250] PhD, Associate Professor, Assistant of the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Professional Education,  
FSAEI of HE "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)  
8, Trubetskaya str., building 2, Moscow, Russian Federation, 119991

**Ilya V. Lutsenko** – [ORCID: 0000-0003-3222-6963] Cardiovascular Surgeon  
FSAEI of HE "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)  
8, Trubetskaya str., building 2, Moscow, Russian Federation, 119991

**Elizaveta I. Denisova** – [ORCID: 0009-0006-5813-9357] postgraduate student of the Department of Cardiovascular Surgery, Institute of Professional Education,  
FSAEI of HE "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)  
8, Trubetskaya str., building 2, Moscow, Russian Federation, 119991

**Artem A. Romanovskii** – [ORCID: 0009-0004-2300-6795] 5th-year student of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, FSAEI of HE "I.M. Sechenov First Moscow State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)  
8, Trubetskaya str., building 2, Moscow, Russian Federation, 119991

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

**Funding.** The research was carried out within the framework of the Russian Science Foundation grant No. 23-15-00434.

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

3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки)  
3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ МАЛЬФОРМАЦИЯ СПИНЫ: МЕСТО ЭМБОЛИЗАЦИИ И РЕЗЕКЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

\*С.В. Сапелкин, А.Б. Варавя, С.А. Кулиев, П.В. Сарыгин, П.М. Садулаева

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Сапелкин Сергей Викторович (Sapelkin Sergey V.), e-mail: sapelkin@ixv.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** продемонстрировать возможности комбинированного лечения артериовенозных мальформаций (АВМ) в случае осложненного течения заболевания и невозможности достичь клинического эффекта только с использованием малоинвазивных вмешательств.

**Материалы и методы:** представлен клинический случай осложненного течения АВМ спины после проведения сеанса ретгенэндоваскулярной окклюзии афферентных сосудов. Последующее лечение включало в себя последовательно выполняемые эмболизации, резекционные вмешательства, а также пластическое закрытие раневой поверхности.

**Результаты:** такая выбранная комбинированная тактика позволила в максимальном объеме устранить очаг АВМ, полностью устранив угрозу рецидивирующих кровотечений. Для практической реализации такого подхода требуется взаимодействие специалистов различных хирургических специальностей на базе высокоспециализированного центра.

**Ключевые слова:** артериовенозная мальформация (АВМ), осложненное течение, эмболизация, комбинированное лечение, пластика раны.

**Для цитирования.** С.В. Сапелкин, А.Б. Варавя, С.А. Кулиев, П.В. Сарыгин, П.М. Садулаева, «АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ МАЛЬФОРМАЦИЯ СПИНЫ: МЕСТО ЭМБОЛИЗАЦИИ И РЕЗЕКЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 61–68.

## ARTERIOVENOUS MALFORMATION OF THE BACK: THE SITE OF EMBOLIZATION AND RESECTION INTERVENTIONS IN THE TREATMENT OF PATIENTS (CLINICAL CASE)

\*Sergey V. Sapelkin, Aleksey B. Varava, Seifudin A. Kuliev, Pavel V. Sarygin, Petimat M. Sadulaeva

FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation

### ABSTRACT

**Objective:** to demonstrate the potential of combined treatment for arteriovenous malformations (AVMs) in cases of complicated disease progression where clinical results cannot be achieved with minimally invasive interventions alone.

**Materials and methods:** a clinical case of complicated spinal AVM following a session of endovascular occlusion of the afferent vessels is presented. Subsequent treatment included sequential embolizations, resection procedures, and wound closure.

**Results:** this combined approach allowed for the maximum possible removal of the AVM lesion, completely eliminating the risk of recurrent bleeding. Practical implementation of this approach requires collaboration between specialists from various surgical specialties at a highly specialized center.

**Keywords:** arteriovenous malformation (AVM), complicated course, embolization; combined treatment, wound plastic surgery.

### ВВЕДЕНИЕ

Рентгенэндоваскулярная окклюзия (РЭО) афферентных сосудов является основным методом лечения артериовенозных мальформаций (АВМ). Основными материалами при этом являются этанол, NBCA, Опух, гидрогелевые эмболы, спирали [1,2].

Несмотря на видимую малую инвазивность вмешательства, общая частота осложнений может достигать 20–50%, варьируя при этом от минимальных проявлений (кожные пузыри, транзиторная нейропатия) в 15–45% до достаточно серьезных (некроз тканей, компартмент-синдром, стойкая нейропатия, ампутация) в 2–15%. Наиболее часто данные осложнения сопровождают вмешательства при использовании этанола (хотя, с другой стороны, он и считается одним из самых эффективных препаратов), в случае диффузных АВМ (по классификации Yakes тип IIIb/IV), а также множественных лечебных сессиях [3,4].

Классификация Yakes в этом случае позволят определять ангиоархитектуру поражения, подходы и прогноз при проведении РЭО. При I типе характерно наличие прямого артериовенозного свища, II типе - множественные артерии к очагу (nidus), IIIa/b/c типе - nidus с инфильтрацией тканей, IV - инфильтративный микрофибрилярный вариант [5,6]. Соответственно, при типе I/II необходимо использование трансартериального доступа, при III типе предпочтителен комбинированный/пункционный доступ, лучшие результаты достигаются при лечении локальных форм.

Активное внедрение рентгенэндоваскулярных методик, широкий выбор эмболизирующих субстанций могут создать ощущение неограниченных возможностей по лечению АВМ и достижению окончательных результатов с использованием только данных эндоваскулярных

методов. Но практика показывает, что лучший вариант в большинстве случаев – это сочетание возможностей двух направлений (рентгенэндоваскулярная и открытая хирургия). Представленный ниже клинический случай это подтверждает.

#### Клиническое наблюдение

Пациентка К., 19 л., поступила в отделение сосудистой хирургии 24.10.2024 г. с жалобами на выраженные боли и наличие некротических тканей по задней поверхности спины, периодически кровотечения из этой области.

Считает себя больной с детского возраста, когда было отмечено наличие «сосудистого пятна». За последние 5-6 лет отмечается рост данного образования (рис. 1). Обследована на базе одного из ведущих онкологических учреждений с постановкой диагноза "Артериовенозная мальформация". На базе этого центра осенью 2023 г. была проведена клеевая эмболизация (Hystoacril) в зоне поражения. Само образование в размерах уменьшилось

незначительно, но в зоне мальформации сформировался очаг некроза кожных покровов, который постепенно увеличивался по своим размерам (рис. 2). Появились кровотечения из окружающих некротических тканей, частота их составляла 2-3 р. в месяц. На фоне кровотечений отмечена анемия 90-95 г/л.

При поступлении в местном статусе: по задней поверхности грудной стенки справа отмечается наличие обширного некроза на площади 18×15 см, с инфильтрацией в виде "ореола" (D до 1,0 см) по периферии некротических тканей. Частичный лизис кожных некрозов. Выраженная артериальная кровоточивость в области грануляций. Шумовой симптоматики нет.

ЭхоКГ: размеры полостей сердца в норме. Толщина миокарда левого желудочка в норме. Локальных нарушений сократимости нет. Клапаны интактны, небольшая трикуспидальная регургитация. Сбросов крови нет. Сократительная функция левого желудочка в норме. Тахикардия. При КТ – обширная зона АВМ задней поверхности грудной стенки (рис. 3)



**Рис. 1.** Общий вид зоны поражения АВМ до начала лечения. Определяется объемное патологическое образование с элементами сосудистого невуса.

**Fig. 1.** General view of the AVM lesion area before starting treatment. A voluminous pathological formation with elements of a vascular nevus is determined.



**Рис. 2.** Обширная зона некроза мальформации, сформировавшаяся после РЭО.

**Fig. 2.** Extensive malformation necrosis zone formed after X-ray endovascular occlusion.

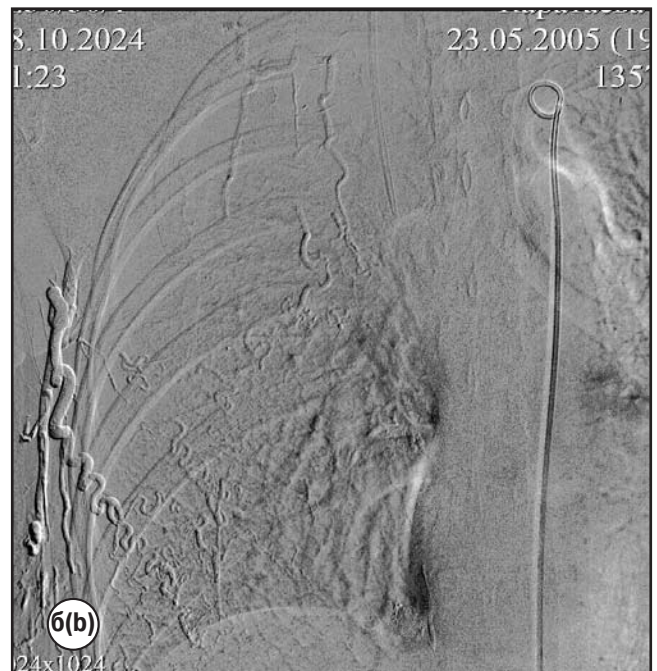
При поступлении в стационар 24.10.2024 г. отмечено кровотечение в зоне ангиоматозных тканей, оно остановлено компрессией. 27.10.2024 г. - массивное кровотечение (до 1000 мл) из аррозированных артериальных сосудов, это потребовало перевода в отделение реанимации, остановки кровотечения путем прошивания, проведения гемотрансфузии. Снижение гемоглобина на этом фоне до 74 г/л.

В рамках мультидисциплинарного консилиума, учитывая осложненный характер течения мальформации (выра-



**Рис. 3.** КТ с контрастированием. Обширная артериовенозная мальформация с поражением всей толщи мягких тканей грудной стенки вплоть до ребер.

**Fig. 3.** Computed tomography with contrast. Extensive arteriovenous malformation involving the entire thickness of the soft tissues of the chest wall up to the ribs.



**Рис. 4.** Ангиография:

*a* - афферентные ветви правой подключичной артерии до эмболизации гистоакрилом;  
*б* - афферентные ветви правой подключичной артерии после эмболизации гистоакрилом.

**Fig. 4.** Angiography:

*a* - afferent branches of the right subclavian artery before histoacrylic embolization;  
*b* - afferent branches of the right subclavian artery after histoacrylic embolization.

женные некрозы, рецидивирующие кровотечения), принято решение, что единственной возможной лечебной опцией будет проведение резекционного вмешательства с последующим пластическим закрытием обширной раневой поверхности. Принимая во внимание высокие риски интраоперационной кровопотери, решено было выполнить РЭО непосредственно перед планируемым резекционным оперативным вмешательством.

Подобная тактика сопряжена с высокими рисками кровотечений, гнойно-воспалительных осложнений, замедленным приживлением пластического материала, но она абсолютно оправдана в силу имеющихся осложнений течения основного заболевания.

28.10.2024 г. пациентке проведена РЭО афферентных ветвей правой подключичной артерии, подмышечной артерии и грудной аорты. Под комбинированной анестезией выполнена ретроградная пункция правой ОБА, установлен интродьюсер 5F. В первый сегмент правой подключичной артерии по 0,035" проводнику установлен катетер Pigtail 5F. На ангиограммах: в проекции грудной стенки и лопаточной области справа определяется гиперваскулярное образование (АВМ, макрофистулезная форма) с артериовенозным сбросом на 1 секунду из афферентных ветвей второго, третьего сегмента подключичной артерии, подмышечной артерии и грудной аорты. Катетер Cobra-1 5F последовательно установлен в афферентные ветви подмышечной артерии, питающие гиперваскулярное образование. При помощи микрокатетера



**Рис. 5.** Интраоперационное фото:  
а - обшивание швами через все слои зоны АВМ;  
б - рана после удаления ангиоматозных тканей.

**Fig. 5.** Intraoperative photo:  
a - stitching through all layers of the AVM zone;  
b - a wound after removal of angiomatous tissues.



**Рис. 6.** Аутодермопластика свободным расщепленным лоскутом.  
**Fig. 6.** Autodermoplasty with a free split flap.

Parkway HF 2.6 FR выполнена эмболизация афферентных ветвей подмышечной артерии сферическими эмболами CONTUR(PVA) 710-1000 micron – 1 флакон. При помощи проводника PT1 0.014” микрокатетер Parkway HF 2.6 FR установлен в латеральной грудной артерии. Выполнена эмбо-

лизация афферентных ветвей смесью Гистоакрил 1,5 мл, разведенным на 6 мл Липиодола. Эмболизация афферентных ветвей правой подключичной артерии сферическими эмболами CONTUR(PVA) 710-1000 micron. Катетер Sim-1 5 F поочередно установлен в задние межреберные артерии. При помощи проводника PT1 0.014” микрокатетер Parkway HF 2.6 FR установлен в дистальные отделы крупной афферентной ветви, питающей гиперваскулярное образование. Выполнена эмболизация афферентных ветвей смесью Гистоакрил 0,5 мл (1 фл.), разведенным на 2 мл Липиодола. При помощи микрокатетера Parkway Soft 1.9 FR выполнена эмболизация афферентных ветвей межреберных артерий сферическими эмболами CONTUR(PVA) 710-1000 micron – 1 флакон. Дополнительно, при помощи катетера Simmons 5 FR, выполнена эмболизация афферентных ветвей грудной аорты цилиндрами гидрогеля ЭМБОКС-Ц 600 мкм.

На контрольных ангиограммах определяется редукция кровотока в эмболизированных афферентных артериях, стояние каплей рентгенконтрастного эмболизата (Гистоакрил + Липиодол) в эмболизированных ветвях (рис. 4). Признаков диссекции, дистальной эмболии, экстравазации контрастного вещества нет.

29.10.2024 г. пациентке выполнено резекционное вмешательство - удаление ангиоматозных тканей правой половины грудной стенки. При ультразвуковом исследовании произведена предварительная разметка основных сосудов в зоне локализации ангиоматозных тканей. Выполнено чрескожное прошивание с валиками (на рас-

стоянии 2,0-3,0 см от зоны некроза) с целью компрессии выявленных сосудов (рис. 5).

Первоначальный доступ в ниже-латеральном углу мальформации (зона с минимальным "сосудистым подпором"). Поэтапное рассечение мягких тканей вплоть до фасции с тщательным прошиванием сосудов в зоне доступа и коагуляцией мелких источников кровотечения. Диаметр дренирующих вен на этом уровне – до 2,5 мм. Постепенное расширение доступа в медиальную и латеральную сторону с мобилизацией лоскута, содержащего основной конгломерат ангиоматозных тканей. Зона некрозов (11×11 см) полностью вошла в данный удаляемый фрагмент. Основные крупные сосуды располагались в верхне-медиальном квадранте мальформации, диаметр вен здесь до 3 мм.

Удаление ангиоматозных тканей произведено в пределах образовавшейся раны. Общий объем удаленного фрагмента 12×12×3,0 см, отмечается и частичное поражение мышц спины (рис. 6). На дно раны уложена гемостатическая губка. Два стягивающих шва на протекторах (рана уменьшилась до 11×3,0 см). Мазевая повязка. Эластическая компрессия. Материал направлен на патоморфологическое исследование.

04.12.2024 г. проведен еще один этап резекционного вмешательства – удаление резидуальных ангиоматозных тканей правой половины грудной стенки, располагавших-

ся в первую очередь в верхне-внутреннем квадранте граничающей раны, аутодермопластика свободным расщепленным кожным лоскутом. Края раны по периферии и дно раны освежены, при этом определялась выраженная гиперваскуляризация, потребовавшая более длительного и тщательного осуществления гемостаза. Общие размеры образовавшейся раны 12×6 см. Выполнена аутодермопластика свободным расщепленным кожным лоскутом, забранным дерматомом с задней поверхности правого бедра и правой ягодичной области. Данный лоскут фиксирован к краям раны с последующим созданием компрессионного давления на лоскут (рис. 7). Эластическая компрессия зоны вмешательства, на донорскую зону положена атравматическая сетчатая повязка.

Большая его часть прижалась, в зоне частичного лизиса заживление раны вторичным натяжением (рис. 8, 9).

При контрольном КТ с контрастированием сохраняется наличие резидуальных ангиоматозных тканей в верхне-медиальных отделах ранее располагавшегося конгломерата (рис. 10).

15.08.2025 г. пациентке проведен еще один этап РЭО афферентных ветвей правой подключичной артерии и грудной аорты, межреберных артерий сферическими эмболами CONTUR(PVA) 710-1000 micron, смесью Гистоакрила 0,5 мл (1 фл.), разведенного на 2 мл Липидолом.



Рис. 7. Частичное приживление лоскута.

Fig. 7. Partial engraftment of the flap.



Рис. 8. Артериовенозная мальформация с преимущественной локализацией по медиальному краю послеоперационных рубцов.

Fig. 8. Arteriovenous malformation with predominant localization along the medial edge of postoperative scars.



Рис. 9. КТ с контрастированием. Уменьшение объема пораженных тканей в зоне АВМ.

Fig. 9. CT scan with contrast. Reduction of the volume of affected tissues in the AVM



Рис. 10. Зона АВМ после удаления резидуальных ангиоматозных тканей по медиальному краю.

Fig. 10. AVM area after removal of residual angiomatous tissues along the medial margin.

Таблица 1. Модифицированная система классификации CIRSE для отчетности об осложнениях

Table. Modified CIRSE Classification System for Complications Reporting

Степень осложнения/ Degree of complication	Описание/ Description
1a	Осложнение во время процедуры, которое могло быть устранено в течение того же сеанса, и предполагаемая процедура была завершена; нет необходимости в дополнительной терапии после вмешательства, отсутствие осложнений, отсутствие отклонения от нормального течения пост-процедурального периода. Complication during the procedure which could be resolved within the same session and the intended procedure was completed; no additional post-procedural therapy, no post-procedure sequelae, no deviation from the normal post-procedural course.
1b	Осложнение во время процедуры, которое могло быть устранено в течение того же сеанса, но предполагаемая процедура не была завершена; нет необходимости в проведении дополнительной терапии, отсутствие осложнений, отсутствие отклонения от нормального постпроцедурного течения. Complication during the procedure which could be resolved within the same session, but the intended procedure was not completed; no additional therapy, no post-procedure sequelae, no deviation from the normal post-procedural course.
2	Длительное наблюдение в том числе ночевки (как отклонение от нормального после терапевтического курса, <48 ч); никаких дополнительных терапевтических процедур, отсутствие послеоперационных осложнений. Prolonged observation including overnight stay (as a deviation from the normal post-therapeutic course, <48 h); no additional postprocedure therapy, no post-procedure sequelae.
3a	Требуется дополнительная терапия или длительное пребывание в больнице (>48 ч но <2 нед); последствий после процедуры нет. Additional post-procedure therapy or prolonged hospital stay (>48 h but <2 weeks) required; no post-procedure sequelae.
3b	Требуется дополнительная терапия или длительное пребывание в больнице (>2 недель); последствий после процедуры нет. Additional post-procedure therapy or prolonged hospital stay (2 weeks) required; no post-procedure sequelae.
4	Осложнение, вызывающее постоянные легкие последствия (возобновление работы и самостоятельной жизни). Complication causing permanent mild sequelae (resuming work and independent living).
5	<b>Осложнение, вызывающее необратимые тяжелые последствия (требующее постоянной помощи в повседневной жизни или дополнительного продолжительного лечения).</b> <b>Complication causing permanent severe sequelae (requiring ongoing assistance in daily life or additional long-term treatment).</b>
6	Летальный исход. Death.

02.09.2025 г. проведен еще один этап резекционного вмешательства. Полуовальный доступ по медиальному краю рубцовых изменений из двух сходящихся линий до 10 см с иссечением полоски кожи. Поэтапное рассечение мягких тканей вплоть до фасции с тщательным прошиванием сосудов в зоне доступа и коагуляции мелких источников кровотечения. Диаметр дренирующих вен на этом уровне – до 3 мм (извитые венозные стволы) и артериальных сосудов – до 2 мм. Постепенное расширение доступа в медиальную сторону с мобилизацией лоскута, содержащего основной конгломерат ангиоматозных тканей. Общий объем удаленного фрагмента 8×3×2 см. Гемостаз. Асептическая повязка. Течение раневого процесса без осложнений. Заживление раны в данном случае первичным натяжением.

При осмотре через 3 мес. – умеренно выраженная гиперваскуляризация в верхне-медиальном секторе. Болей, трофических нарушений нет.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Эндоваскулярная эмболизация АВМ является эффективным методом лечения с приемлемым профилем безопасности при проведении ее на базе специализированных центров [7,8]. При наличии технической возможности (локализация, объем) необходимо быть готовым как к возникновению ишемических осложнений, так и к проведению открытых

вмешательств по удалению основного очага мальформации. В данном случае проведение резекционного вмешательства должно было быть выполнено еще сразу после 1-го этапа эндоваскулярного вмешательства (на базе другого лечебного учреждения). Однако по каким-то причинам это не было доведено до пациентки и, соответственно, данное вмешательство было отсрочено практически на целый год. Это и привело к развитию достаточно тяжелых осложнений РЭО (прогрессирующие некрозы, аррозивные кровотечения) (таблица 1), которые по системе CIRSE можно отнести к 5-й степени, значимо повлиявшим на качество жизни пациентки [9].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наилучшие результаты (как в плане лечебного эффекта, так и по достижению косметического результата), как правило, достигаются при сочетании эндоваскулярной эмболизации с возможностями открытого резекционного вмешательства [10]. Пациенты с обширными АВМ требуют многосессионного лечения с использованием всех возможностей по устранению зоны мальформации. Тщательный отбор, мультидисциплинарность и накопленный опыт позволяют достигать хороших функциональных исходов с низкой частотой тяжелых осложнений у большинства пациентов с артериовенозными мальформациями мягких тканей. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bouwman F.C.M., van der Linden M.C., van den Dungen F.A.M.M., van der Linden E. Treatment outcomes of embolization for peripheral arteriovenous malformations. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2020. 31(11), 1801–1809. DOI: [10.1016/j.jvir.2019.12.811](https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.12.811)
2. Park K.B., Do Y.S., Kim D.I. Endovascular treatment results and risk factors for complications of body and extremity arteriovenous malformations. *Journal of Vascular Surgery*. 2019. 69(4), 1207–1218. DOI: [10.1016/j.jvs.2018.07.051](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.07.051)
3. Yakes W.F., Shin S.W., Lee B.-B., Kim D.-I., Liu W.C., Shin B.S., Kim D.-K., Choo S.W., Choo I.-W. Ethanol embolization of arteriovenous malformations: Interim results. *Radiology*. 2005. 235(2), 674–682. DOI: [10.1148/radiol.2352040449](https://doi.org/10.1148/radiol.2352040449)
4. Shen Y., Su L., Wang D., Fan X. Overview of peripheral arteriovenous malformations: From diagnosis to treatment methods. *Journal of Interventional Medicine*. 2023. 6(4), 170–175. DOI: [10.1016/j.jimed.2023.10.006](https://doi.org/10.1016/j.jimed.2023.10.006)
5. Yakes W.F. Yakes AVM classification system. *Journal of*

*Vascular Anomalies*. 2015. 1(1), 1–8.

6. Muller-Wille R., Wildgruber M., Sadick M. Vascular anomalies: Classification and endovascular management. *Seminars in Interventional Radiology*. 2018, 35(4), 287–298.
7. Saeed Kilani M., Lepennec V., Magalon G. Current management of peripheral arteriovenous malformations. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2026. 97(11), 1105–1113.
8. Madani H., Farrugia M., Vallabhaneni S.R. Peripheral arteriovenous malformations: Classification and endovascular treatment. *Journal of Cardiovascular Surgery*. 2013, 54(1), 83–92.
9. Filippiadis D., Pereira P.L. Hausegger K.A., Ryan A.G. Binkert C.A. CIRSE Standards of Practice for the Classification of Complications: The Modified CIRSE Classification System. *Cardiovasc Intervent Radiol*. DOI: [10.1007/s00270-025-04200-w](https://doi.org/10.1007/s00270-025-04200-w)
10. Lee B.B., Do Y.S., Yakes W. et al. Management of arteriovenous malformations: A multidisciplinary approach. *Journal of Vascular Surgery*. 2004, 39(3), 590–600.

## REFERENCES

1. Bouwman F.C.M., van der Linden M.C., van den Dungen F.A.M.M., van der Linden E. Treatment outcomes of embolization for peripheral arteriovenous malformations. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2020. 31(11),

1801–1809. DOI: [10.1016/j.jvir.2019.12.811](https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.12.811)

2. Park K.B., Do Y.S., Kim D.I. Endovascular treatment results and risk factors for complications of body and extremity arteriovenous malformations. *Journal of Vascular Surgery*. 2019.

69(4), 1207–1218. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.07.051

3. Yakes W.F., Shin S.W., Lee B.-B., Kim D.-I., Liu W.C., Shin B.S., Kim D.-K., Choo S.W., Choo I.-W. Ethanol embolization of arteriovenous malformations: Interim results. *Radiology*. 2005.235(2), 674–682. DOI: 10.1148/radiol.2352040449

4. Shen Y., Su L., Wang D., Fan X. Overview of peripheral arteriovenous malformations: From diagnosis to treatment methods. *Journal of Interventional Medicine*. 2023. 6(4), 170–175. DOI:10.1016/j.jimed.2023.10.006

5. Yakes W.F. Yakes AVM classification system. *Journal of Vascular Anomalies*. 2015. 1(1), 1–8.

6. Muller-Wille R., Wildgruber M., Sadick M. Vascular anomalies: Classification and endovascular management. *Seminars in Interventional Radiology*. 2018, 35(4), 287–298.

7. Saeed Kilani M., Lepenne V., Magalon G. Current management of peripheral arteriovenous malformations. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2026. 97(11), 1105–1113.

8. Madani H., Farrugia M., Vallabhaneni S.R. Peripheral arteriovenous malformations: Classification and endovascular treatment. *Journal of Cardiovascular Surgery*. 2013, 54(1), 83–92.

9. Filippiadis D., Pereira P.L. Hausegger K.A., Ryan A.G. Binkert C.A. CIRSE Standards of Practice for the Classification of Complications: The Modified CIRSE Classification System. *Cardiovasc Intervent Radiol*. DOI: 10.1007/s00270-025-04200-w

10. Lee B.B., Do Y.S., Yakes W. et al. Management of arteriovenous malformations: A multidisciplinary approach. *Journal of Vascular Surgery*. 2004, 39(3), 590–600.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Сапелкин Сергей Викторович** – [ORCID: 0000-0003-3610-8382] доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, врач сердечно-сосудистой хирургии отделения сосудистой хирургии

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Варава Алексей Борисович** – [ORCID: 0000-0002-2823-5325] младший научный сотрудник, врач рентгенэндоваскулярный хирург отдела рентгенэндоваскулярной хирургии

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Кулиев Сейфудин А.** – [ORCID: 0009-0005-0674-5040] аспирант, врач рентгенэндоваскулярный хирург

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Сарыгин Павел Валерьевич** – [ORCID: 0000-0003-3787-2147] доктор медицинских наук, заведующий отделением реконструктивно-пластической хирургии

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Садулаева Петимат Муслимовна** – [ORCID: 0009-0004-9707-6710] ординатор по специальности «сердечно-сосудистая хирургия»

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России 115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии источника финансирования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR INFORMATION FORM

**Sapelkin Sergey V.** – [ORCID: 0000-0003-3610-8382] MD, PhD, Chief Researcher, Cardiovascular Surgeon, Department of Vascular Surgery FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Varava Aleksey B.** – [ORCID: 0000-0002-2823-5325] MD, Junior Researcher, X-ray Endovascular Surgeon, Department of X-ray Endovascular Surgery

FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Kuliev Seifudin A.** – [ORCID: 0009-0005-0674-5040] MD, Postgraduate student, X-ray endovascular surgeon

FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Sarygin Pavel V.** – [ORCID: 0000-0003-3787-2147] MD, PhD, Head of Reconstructive Plastic Surgery Department

FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

**Funding.** The authors declare no funding sources.

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

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)  
3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки)

## УСПЕШНОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ГИГАНТСКОЙ АНЕВРИЗМЫ ГРУДНОЙ АОРТЫ ЧЕРЕЗ ДЕВЯТЬ ЛЕТ ПОСЛЕ РЕИМПЛАНТАЦИИ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА (reprint)

В.В. Аминов, \*А.В. Кокорин, С.В. Чернов, О.П. Лукин

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Челябинск

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Кокорин Александр Валерьевич (Alexander V. Kokorin), e-mail: kokorin.19@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель исследования:** представить опыт хирургического лечения гигантской аневризмы грудной аорты, возникшей в послеродовом периоде у пациентки, ранее перенесшей операцию Дэвида.

**Материалы и методы:** пациентка Б., 20 лет, ранее перенесла клапансохраняющую операцию на сердце - протезирование восходящего отдела и корня аорты сосудистым протезом «Gelweave Valsalva 30 mm» с реимплантацией аортального клапана в протез. При дальнейшем обследовании зона реконструкции без особенностей. Через 9 лет после рождения ребенка при обследовании выявлена гигантская аневризма дистального участка восходящего отдела аорты с хроническим расслоением и тромбозом. По Эхо-КГ: корень аорты не расширен, но на расстоянии 50-55 мм от клапанного кольца аорты дистальный отдел восходящей аорты до дуги расширен до 75-82 мм с отслойкой интимы. Истинный просвет аорты - 25 мм.

**Результаты:** пациентке выполнена повторная операция: протезирование восходящего отдела аорты и протезирование дуги аорты по методике «hemiarth-repair» сосудистым протезом «Polythese 28 mm». Учитывая размеры аневризмы (10 см) и тромбоз ложного просвета операция проводилась без начальной окклюзии аорты, в условиях циркуляторного ареста и моногемисферальной перфузии головного мозга. После тромбэктомии и формирования дистального анастомоза между сосудистым протезом и участком дуги аорты закончен арест (20 мин). Время окклюзии аорты - 62 мин, искусственного кровообращения - 230 мин. В дальнейшем отмечено неосложненное течение послеоперационного периода. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии.

**Выводы:** в статье был показан успешный клинический случай хирургического лечения гигантской тромбированной аневризмы грудной аорты у пациентки в послеродовом периоде через 9 лет после операции Дэвида. Таким образом, тщательное обследование пациентки и планирование хода повторной операции по поводу патологии аорты позволило добиться благоприятного клинического результата.

**Ключевые слова:** аневризма аорты, расслоение аорты, повторные операции, расслоение аорты у беременных, операция реимплантации аортального клапана.

**Для цитирования.** В.В. Аминов, А.В. Кокорин, С.В. Чернов, О.П. Лукин, «УСПЕШНОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ГИГАНТСКОЙ АНЕВРИЗМЫ ГРУДНОЙ АОРТЫ ЧЕРЕЗ ДЕВЯТЬ ЛЕТ ПОСЛЕ РЕИМПЛАНТАЦИИ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 69-74.

## SUCCESSFUL SURGICAL TREATMENT OF A GIANT THORACIC AORTIC ANEURYSM NINE YEARS AFTER AORTIC VALVE REIMPLANTATION (reprint)

Vladislav V. Aminov, \*Alexander V. Kokorin, Sergey V. Chernov, Oleg P. Lukin

FSBI "Federal Center of Cardiovascular Surgery" Ministry of Health of Russia, Chelyabinsk

### ABSTRACT

**Aim:** to present the experience of surgical treatment of a giant thoracic aortic aneurysm that developed in the postpartum period in a patient who had previously undergone the David procedure.

**Materials and methods:** patient B., 20 years old, had previously undergone valve-sparing cardiac surgery - replacement of the ascending aorta and aortic root with a 30 mm Gelweave Valsalva vascular prosthesis with reimplantation of the aortic valve into the prosthesis (David procedure). Further examination revealed no abnormalities in the reconstruction area. Nine years after the child's birth, an examination revealed a giant aneurysm of the distal ascending aorta with chronic dissection and thrombosis. Echocardiography showed that the aortic root was not dilated, but at a distance of 50-55 mm from the aortic valve annulus, the distal ascending aorta up to the arch was dilated to 75-82 mm with intimal detachment. The true aortic lumen was 25 mm.

**Results:** the patient underwent a repeat operation: ascending aortic replacement and aortic arch replacement using the hemiarth repair technique with a 28 mm Polythese vascular graft. Considering the aneurysm size (10 cm) and false lumen thrombosis, the operation was performed without initial aortic cross-clamping, under conditions of circulatory arrest and with unilateral antegrade cerebral perfusion. Following thrombectomy and formation of a distal anastomosis between the vascular graft and a the aortic arch section, circulatory arrest was terminated (20 min). Aortic cross-clamp time was 62 min, and cardiopulmonary bypass time was 230 min. The postoperative course was uncomplicated. The patient was discharged in satisfactory condition.

**Conclusions:** this article presents a successful clinical case of surgical treatment of a giant thrombosed thoracic aortic aneurysm in a postpartum patient 9 years after the David procedure. Thorough patient examination and meticulous planning of the redo aortic surgery contributed to achieving a favorable clinical outcome.

**Keywords:** cardiac surgery, aortic valve, mechanical prosthesis, bioprosthesis, survival, stroke, reoperation.

## ВВЕДЕНИЕ

Беременность и роды являются факторами риска для развития аневризм и расслоений аорты даже при отсутствии предрасполагающих факторов [1,2]. Безусловно этот риск во много раз выше у пациенток с различными патологиями соединительной ткани [3]. Мы представляем случай успешного хирургического лечения гигантской аневризмы грудной аорты, возникшей у пациентки в послеродовом периоде, которой девять лет назад было выполнено протезирование корня аорты с реимплантацией аортального клапана.

### Клинический случай

Пациентка Б., 20 лет, обратилась в ФГБУ «ФЦССХ» (г. Челябинск) в феврале 2013 г. с жалобами на периодическое чувство дискомфорта в грудной клетке. Девушка имела осложненный семейный анамнез: ее отец и бабушка умерли от разрыва аневризмы грудной аорты. Пациентка не имела внешних признаков синдрома Марфана. Генетическое исследование не проводилось. По данным эхокардиографии (ЭхоКГ), выполненной по месту жительства, было диагностировано расширение корня аорты до 5 см. Пациентка была обследована в поликлинике центра сердечно-сосудистой хирургии. По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) максимальный диаметр аорты был на уровне корня (47 мм), диаметр аорты перед отхождением брахиоцефального ствола – 27 мм. По данным ЭхоКГ камеры сердца были не расширены, определялась недостаточность аортального клапана (АоК) 1-2 степени, по объему от незначительной к умеренной. Пациентка не была консультирована кардиохирургом. Было рекомендовано продолжить динамическое наблюдение. При повторном обращении в августе 2013 г. по данным МСКТ выявлена отрицательная динамика: корень аорты был расширен до 58 мм. Максимальный диаметр восходящего отдела – 27 мм (рис. 1).

Функция АоК была без существенной динамики: недостаточность до 2 ст., по объему ближе к умеренной. Пациентка была консультирована кардиохирургом, рекомендовано хирургическое лечение в ближайшее время. Пациентка была прооперирована 17 сентября 2013 г. Выполнена клапансохраняющая операция – протезирование восходящего отдела и корня аорты сосудистым протезом “Gelweave Valsalva 30 mm” (Vascutek®, Великобритания) с реимплантацией аортального клапана в протез (операция David). Аортальный клапан был трехстворчатый, створки неизмененные. С целью увеличения эффективной высоты коаптации производилась центральная пликация правой и некоронарной створок. Время искусственного кровообращения и окклюзии аорты составили 164 и 137 мин соответственно. В дальнейшем у девушки было неосложненное течение послеоперационного периода. По данным ЭхоКГ аортальная регургитация до 1 ст. МСКТ также не выявила значимых нарушений. Пациентка была выписана по месту жительства на 10-е сутки после операции.

Девушка регулярно проходила диспансерное наблюдение. В 2020 г. выполнялась МСКТ брюшной аорты по месту жительства. Расширения аорты не выявлено. Пациентка обратилась в поликлинику ФЦССХ в апреле 2021 г. будучи на 12-й неделе беременности.

По данным ЭхоКГ какой-либо патологии не выявлено, камеры сердца не расширены, регургитация на АоК – до 1 ст. В третьем триместре пациентка проходила обследование по месту жительства. ЭхоКГ также не выявила какой-либо патологии. Родоразрешение путем кесарева сечения было произведено 27.09.21 г. Пациентка родила двух близнецов. Уже после родов постепенно пациентка стала отмечать появление одышки, усиливающейся в горизонтальном положении. Приблизительно с осени 2022 г появились периодические давящие боли за грудиной. Была заподозрена патология легких. По месту жительства выполнена МСКТ. Выявлена гигантская аневризма дистального участка восходящего отдела аорты с хроническим расслоением, прилежащая к задней поверхности грудины на большом протяжении (рис. 2).

Пациентка была заочно консультирована в ФЦССХ, рекомендована срочная госпитализация для хирургического лечения. Данные ЭхоКГ, выполненной в ФЦССХ: камеры сердца не расширены, функция АоК не нарушена (регургитация 1 ст, по объему незначительная), корень аорты не расширен (сосудистый протез), но на расстоянии 50-55 мм от клапанного кольца аорты дистальный отдел восходящей аорты до дуги расширен до 75-82 мм, при этом в просвете восходящего отдела лоцируется дополнительная эхо-тень (отслоившаяся интима). Истинный просвет аорты составил около 25 мм. Эффект спонтанного контрастирования в ложном просвете аорты с тромботическими наложениями вдоль стенки.



Рис. 1. Аневризма корня аорты (черная стрелка).

Fig. 1. Aortic root aneurysm (black arrow).

Повторная операция выполнена 26.01.2023 г.: протезирование восходящего отдела аорты и протезирование дуги аорты по методике «hemiarch-repair» сосудистым протезом «Polythese 28 mm» (Perouse Medical, Франция). Интраоперационные особенности: учитывая гигантские размеры аневризмы аорты и тесное прилегание последней к задней поверхности грудины, для осуществления искусственного кровообращения была произведена канюляция правой подключичной артерии и правой наружной подвздошной вены. После инициации искусственного кровообращения начато постепенное охлаждение пациентки до 28 градусов. На этом фоне выполнена рестернотомия. Дистальная часть восходящей аорты расширена до 10 см. Из-за тромбоза ложного просвета аорта при пальпации каменистой плотности. Корень аорты и сердце задавлены

аневризмой вниз (рис. 3).

Был произведен частичный кардиолиз, дополнительно отдельной канюлей канюлирована верхняя полая вена. Учитывая размеры аневризмы и тромбоз ложного просвета произвести окклюзию аорты не представлялось возможным. На фоне ректальной температуры 29<sup>0</sup>С и температуры 27,5<sup>0</sup>С в ротоглотке начата ретроградная кардиоплегия по delNido в объеме 1 л. Пережаты левая общая сонная артерия и брахиоцефальный ствол. Начат циркуляторный арест с антеградной моногемисферальной перфузией головного мозга. Выполнена продольная аортотомия. Проксимально — сосудистый протез после операции David, створки АоК не изменены, коаптация створок удовлетворительная (рис. 4).

Определяется хроническое расслоение остатков восходя-

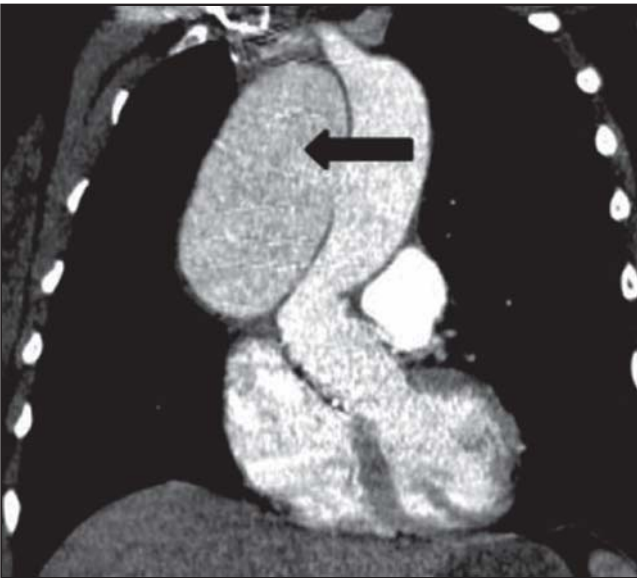


Рис. 2. МСКТ аневризмы восходящей аорты (черная стрелка).  
Fig. 2. CT scan of ascending aortic aneurysm (black arrow).

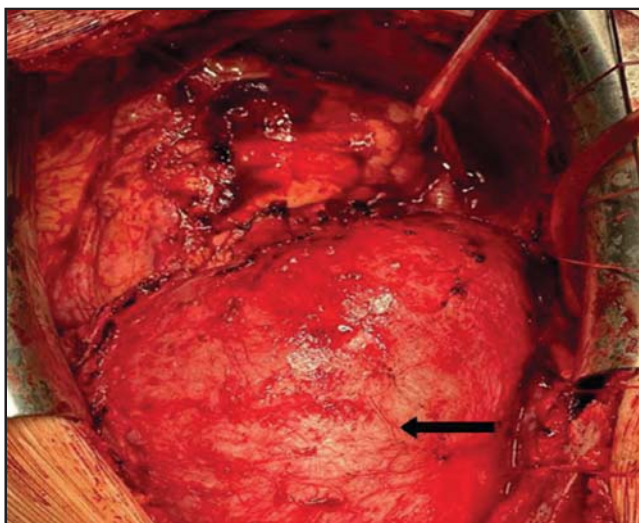
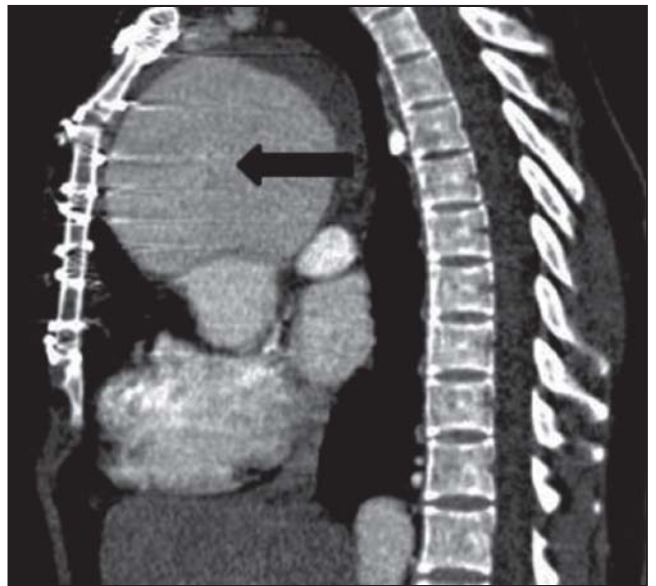


Рис. 3. Гигантская аневризма восходящей аорты (черная стрелка).  
Fig. 3. Giant ascending aortic aneurysm (black arrow).

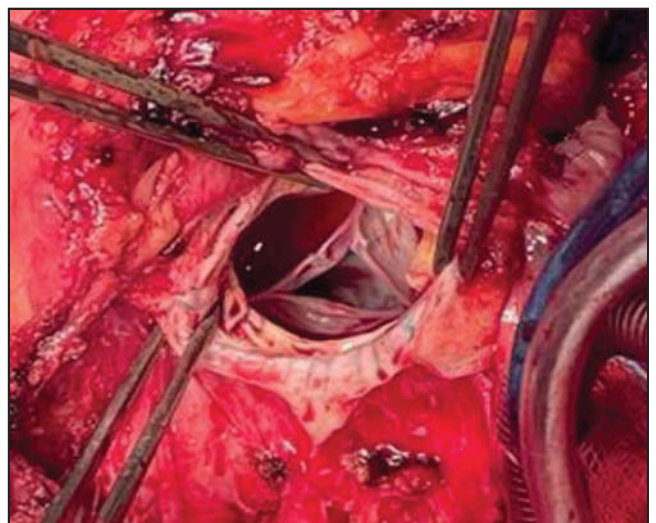


Рис. 4. Створки аортального клапана.  
Fig. 4. Aortic valve leaflets.



Рис. 5. Итоговая МСКТ-ангиография.

Fig. 5. Final MSCT scan.

щего отдела аорты с тромбированием ложного просвета. Расслоение распространяется до брахиоцефального ствола, на дугу аорты не переходит. Место предыдущей канюляции дуги аорты эндотелизировано. Тромбы удалены, объем составил около 150 мл. Аорта пересечена в косом направлении от устья брахиоцефального ствола в области большой кривизны к малой кривизне напротив устья левой подключичной артерии. Культи аорты мобилизована острым путем. Сформирован анастомоз между остатками дуги аорты и сосудистым протезом «Polythese 28 мм». Задняя губа анастомоза дополнительно укреплена полоской из фетра. Протез пережат. Снят зажим с брахиоцефального ствола. Восстановлена перфузия нижней части тела. Время циркуляторного ареста – 20 мин. Отмечено появление сердечной активности. Дополнительно проведена ретроградная кардиоплегия по delNido 500 мл. Иссечены остатки восходящего отдела аорты, участок отправлен на гистологию. Сформирован межпротезный анастомоз. Время окклюзии аорты составило 62 мин,

искусственного кровообращения – 230 мин. В дальнейшем было неосложненное течение послеоперационного периода: пациентка была экстубирована в течение первых суток, переведена в отделение на четвертые сутки и на 12-ые – выписана для прохождения реабилитации. Гистологически выявлены очаги медианекроза в стенке аорты. Данные МСКТ при выписке: состояние протезов аорты адекватное, сосудистые анастомозы состоятельны, затека контраста за пределы протезов нет (рис. 5). Рекомендовано повторить МСКТ аорты через 6 и 12 месяцев после операции с обязательной консультацией кардиохирурга ФЦССХ.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Расслоение аорты во время беременности - это редкое осложнение, представляющее опасность для жизни, как самой женщины, так и плода. У женщин моложе 40 лет приблизительно 50% расслоений аорты происходит во время беременности [4]. Кроме того, риск расслоения аорты многократно выше у женщин с патологией соединительной ткани, хотя большинство немногочисленных исследований касаются больных с синдромом Марфана [3-7]. Расслоение аорты чаще возникает во время третьего триместра беременности из-за гипердинамического состояния (увеличение объема циркулирующей крови, увеличение сердечного выброса, увеличение частоты сердечных сокращений) и гормональных эффектов на сердечно-сосудистую систему: увеличение концентрации эстрогенов влияет на рецепторы к нему в аорте, приводя к дегенерации эластических волокон в меди [8]. Приблизительно 80% расслоений во время беременности – это расслоения типа А по Stanford и более 80% из них происходят в предродовом периоде [9]. Однако повышенный риск расслоения аорты сохраняется и в послеродовом периоде, вплоть до 8 недель, пока физиологические и гормональные изменения в организме не вернуться к исходным показателям [10]. В нашем случае обследование пациентки в первом и третьем триместрах беременности не выявило какой-либо патологии аорты. Первые жалобы девушка стала отмечать уже после родов, что дает основание предположить, что расслоение аорты произошло именно в этот период. Учитывая вышесказанное, следует, что подобные пациентки нуждаются в наблюдении и после родов. Повторные вмешательства на грудной аорте отличаются достаточной технической сложностью, что отражается в более высоких показателях летальности и количестве осложнений [11]. Только тщательное планирование хода операции и возможных вариантов развития событий позволяет добиться благоприятного клинического результата [12]. Риск рестернотомии многократно увеличивается при близком расположении аневризмы аорты к задней поверхности грудины [13]. Для минимизации риска возникновения фатального кровотечения нами было использовано периферическое искусственное кровообращение. Кроме того, учитывая гигантские размеры аневризмы с

тромбированием ложного просвета, произвести окклюзию аорты не представлялось возможным. Поэтому для защиты миокарда был использован ретроградный вариант кардиopleгии. После достижения целевой температуры тела при охлаждении организма, была начата ретроградная подача кардиоплегического раствора и одновременно – циркулярный арест с антеградной моногемисферальной перфузией головного мозга через правую подключичную артерию. Учитывая неосложненное течение послеоперационного периода, можно говорить о правомерности выбранной тактики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пациентки с генетической предрасположенностью к патологии аорты нуждаются в пожизненном динамическом наблюдении. Данная группа больных имеет риск развития аневризмы аорты или ее расслоения не только во время беременности, но также и в послеродовом периоде. Тщательное обследование пациентов и планирование хода повторной операции по поводу патологии аорты позволяет добиться благоприятного клинического результата. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kamel H., Roman M.J., Pitcher A. et al. Pregnancy and the Risk of Aortic Dissection or Rupture: A Cohort-Crossover Analysis. *Circulation* 2016; 134(7):527-33. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021594](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021594)

2. Braverman A.C., Mittauer E., Harris K.M. et al. Clinical Features and Outcomes of Pregnancy-Related Acute Aortic Dissection. *JAMA Cardiol* 2021; 6(1):58-66. DOI: [10.1001/jamacardio.2020.4876](https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.4876)

3. Narula N., Devereux R.B., Malonga G.P. Pregnancy-Related Aortic Complications in Women With Marfan Syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2021; 78(9):870- 879. DOI: [10.1016/j.jacc.2021.06.034](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.06.034)

4. Smok D.A. Aortopathy in pregnancy. *Semin Perinatol* 2014; 38(5):295-303. DOI: [10.1053/j.semperi.2014.04.019](https://doi.org/10.1053/j.semperi.2014.04.019)

5. Cottrell J., Calhoun J., Szczepanski J. et al. Aortic root valvesparing repair and dissections in Marfans syndrome during pregnancy: A case series. *J Card Surg* 2020; 35(7):1439-1443. DOI: [10.1111/jocs.14592](https://doi.org/10.1111/jocs.14592)

6. Al-Thani H., Mekkodathil A., El-Menyar A. Management and Outcomes of Aortic Dissection in Pregnancy with Marfan Syndrome: A Systematic Review. *Curr Vasc Pharmacol* 2020; 18(3):282-293. DOI: [10.2174/1570161117666190408164612](https://doi.org/10.2174/1570161117666190408164612)

7. Martinelli F., Manfredi J., Pederzoli N. et al. Redo surgery for a type A aortic dissection in a pregnant woman with Marfan syndrome: a complex clinical case. *Perfusion* 2022; 37(4):429-431. DOI: [10.1177/0267659121999300](https://doi.org/10.1177/0267659121999300)

8. van Hagen I.M., Roos-Hesselink J.W. Aorta pathology and pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2014; 28(4):537-50. DOI: [10.1016/j.bpobgyn.2014.03.007](https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2014.03.007)

9. Immer F.F., Bansal A.G., Immer-Bansal A.S. et al. Aortic dissection in pregnancy: analysis of risk factors and outcome. *Ann Thorac Surg* 2003; 76(1):309-14. DOI: [10.1016/s0003-4975\(03\)00169-3](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)00169-3)

10. Rossiter J.P., Repke J.T., Morales A.J. et al. A prospective longitudinal evaluation of pregnancy in the Marfan syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 1995; 173(5):1599-606. DOI: [10.1016/0002-9378\(95\)90655-x](https://doi.org/10.1016/0002-9378(95)90655-x)

11. Antoniou A., Bashir M., Harky A. et al. Redo proximal thoracic aortic surgery: challenges and controversies. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2019; 67(1):118- 126. DOI: [10.1007/s11748-018-0941-y](https://doi.org/10.1007/s11748-018-0941-y)

12. Аминов В.В., Кокорин А.В., Чудиновский К.С., Штырляев А.А., Лукин О.П., Повторные вмешательства на проксимальном отделе грудной аорты: госпитальные и отдаленные результаты (reprint). *Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия*. 2025; 1(3): 30–44. DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-3-28-42](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-3-28-42)

13. Mavroudis C.D., Smood B., Grasty M.A. A Technique for Safe Redo Sternotomy in Patients with Aortic Proximity to the Sternum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2022; 13(1):89-91. DOI: [10.1177/21501351211060346](https://doi.org/10.1177/21501351211060346)

## REFERENCE

1. Kamel H., Roman M.J., Pitcher A. et al. Pregnancy and the Risk of Aortic Dissection or Rupture: A Cohort-Crossover Analysis. *Circulation* 2016; 134(7):527-33. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021594](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021594)

2. Braverman A.C., Mittauer E., Harris K.M. et al. Clinical Features and Outcomes of Pregnancy-Related Acute Aortic Dissection. *JAMA Cardiol* 2021; 6(1):58-66. DOI: [10.1001/jamacardio.2020.4876](https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.4876)

3. Narula N., Devereux R.B., Malonga G.P. Pregnancy-Related Aortic Complications in Women With Marfan Syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2021; 78(9):870- 879. DOI: [10.1016/j.jacc.2021.06.034](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.06.034)

4. Smok D.A. Aortopathy in pregnancy. *Semin Perinatol* 2014; 38(5):295-303. DOI: [10.1053/j.semperi.2014.04.019](https://doi.org/10.1053/j.semperi.2014.04.019)

5. Cottrell J., Calhoun J., Szczepanski J. et al. Aortic root valvesparing repair and dissections in Marfans syndrome during pregnancy: A case series. *J Card Surg* 2020; 35(7):1439-1443. DOI: [10.1111/jocs.14592](https://doi.org/10.1111/jocs.14592)

6. Al-Thani H., Mekkodathil A., El-Menyar A. Management and Outcomes of Aortic Dissection in Pregnancy with Marfan Syndrome: A Systematic Review. *Curr Vasc Pharmacol* 2020; 18(3):282-293. DOI: [10.2174/1570161117666190408164612](https://doi.org/10.2174/1570161117666190408164612)

7. Martinelli F., Manfredi J., Pederzoli N. et al. Redo surgery

for a type A aortic dissection in a pregnant woman with Marfan syndrome: a complex clinical case. *Perfusion* 2022; 37(4):429-431. DOI: 10.1177/0267659121999300

8. van Hagen I.M., Roos-Hesselink J.W. Aorta pathology and pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2014;28(4):537-50. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2014.03.007

9. Immer F.F., Bansi A.G., Immer-Bansi A.S. et al. Aortic dissection in pregnancy: analysis of risk factors and outcome. *Ann Thorac Surg*. 2003; 76(1):309-14. DOI:10.1016/s0003-4975(03)00169-3

10. Rossiter J.P., Repke J.T., Morales A.J. et al. A prospective longitudinal evaluation of pregnancy in the Marfan syndrome. *Am J Obstet Gynecol*. 1995; 173(5):1599-606. DOI: 10.1016/0002-9378(95)90655-x

11. Antoniou A., Bashir M., Harky A. et al. Redo proximal thoracic aortic surgery: challenges and controversies. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2019; 67(1):118-126. DOI: 10.1007/s11748-018-0941-y

12. Aminov V.V., Kokorin A.V., Chudinovsky K.S., Shtyrlyayev A.A., Lukin O.P. Re-interventions on the proximal thoracic aorta: in-hospital and long-term outcomes (reprint). *Minimally Invasive Cardiovascular Surgery*. 2025; 1(3):28-42. DOI: 10.64218/3033-5426-2025-1-3-28-42 [In Russ].

13. Mavroudis C.D., Smood B., Grasty M.A. A Technique for Safe Redo Sternotomy in Patients with Aortic Proximity to the Sternum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2022; 13(1): 89-91. DOI: 10.1177/21501351211060346

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Аминов Владислав Вадимович** - [ORCID: 0000-0001-8631-8092] к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Челябинск 454003, Российская Федерация, г. Челябинск, проспект Героя России Евгения Родионова, 2

**Кокорин Александр Валерьевич** - [ORCID: 0000-0002-1618-0400] врач-сердечно-сосудистый хирург

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Челябинск 454003, Российская Федерация, г. Челябинск, проспект Героя России Евгения Родионова, 2

**Чернов Сергей Владимирович** - [ORCID: 0009-0008-1114-5754] врач-рентгенолог, заведующий отделением

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Челябинск 454003, Российская Федерация, г. Челябинск, проспект Героя России Евгения Родионова, 2

**Лукин Олег Павлович** - [ORCID: 0000-0002-7513-4834] д.м.н., профессор, врач-сердечно-сосудистый хирург, главный врач

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Челябинск 454003, Российская Федерация, г. Челябинск, проспект Героя России Евгения Родионова, 2

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии источника финансирования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR INFORMATION FORM

**Vladislav V. Aminov** - [ORCID: 0000-0001-8631-8092] MD, PhD, Cardiovascular Surgeon, Head of Department

FSBI "Federal Center of Cardiovascular Surgery" Ministry of Health of Russia 2, Hero of Russia Evgeny Rodionov Ave., Chelyabinsk, Russian Federation, 454003

**Alexander V. Kokorin** - [ORCID: 0000-0002-1618-0400] MD, Cardiovascular Surgeon

FSBI "Federal Center of Cardiovascular Surgery" Ministry of Health of Russia 2, Hero of Russia Evgeny Rodionov Ave., Chelyabinsk, Russian Federation, 454003

**Sergei V. Chernov** - [ORCID: 0009-0008-1114-5754] MD, Radiologist, Head of Department

FSBI "Federal Center of Cardiovascular Surgery" Ministry of Health of Russia 2, Hero of Russia Evgeny Rodionov Ave., Chelyabinsk, Russian Federation, 454003

**Oleg P. Lukin** - [ORCID: 0000-0002-7513-4834] MD, PhD, Professor, Cardiovascular Surgeon, Medical Director

FSBI "Federal Center of Cardiovascular Surgery" Ministry of Health of Russia 2, Hero of Russia Evgeny Rodionov Ave., Chelyabinsk, Russian Federation, 454003

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

**Funding.** The authors declare no funding sources.

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

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## КАРДИОНЕЙРОАБЛАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОБАЛЛОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Е.А. Артюхина<sup>1,2</sup>, \*Н.М. Кузнецов<sup>1</sup>, Е.Д. Стребкова<sup>1</sup>, А.Ш. Ревшвили<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Минздрава России

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Кузнецов Никита Михайлович (Nikita Kuznetsov), e-mail: kuznetsovmy1@zdrav.mos.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** изучение эффекта кардионейроабляции при применении криобаллонной технологии во время изоляции легочных вен у пациента с фибрилляцией предсердий.

**Материалы и методы:** клинический случай развития нейромодуляции сердца после криобаллонной абляции легочных вен у пациента с фибрилляцией предсердий и вазовагальными синкопе в анамнезе.

**Результаты:** во время обеспечения сосудистого доступа при операции криобаллонной абляции легочных вен у пациента с фибрилляцией предсердий был верифицирован вазовагальный механизм возникшего синкопе. После изоляции правой верхней легочной вены отмечалась значительная акселерация ритма, что говорит о модуляции нервной системы системы сердца. В связи с этим было принято решение воздержаться от имплантации электрокардиостимулятора и динамическое наблюдение. За период наблюдения 6 месяцев пациента не беспокоили эпизоды синкопе или симптомы брадикардии.

**Заключение:** криобаллонная абляция с целью кардионейроабляции показала себя воспроизводимой и доступной методикой с целью профилактики вазовагальных обмороков.

**Ключевые слова:** фибрилляция предсердий, брадиаритмия, кардионейроабляция, криобаллонная абляция.

**Для цитирования.** Е.А. Артюхина, Н.М. Кузнецов, Е.Д. Стребкова, А.Ш. Ревшвили, «КАРДИОНЕЙРОАБЛАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОБАЛЛОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2026; 2(1): 75–81.

## CARDIONEUROABLATION USING CRYOBALLOON TECHNOLOGY: A CLINICAL CASE

Elena A. Artyukhina<sup>1,2</sup>, \*Nikita M. Kuznetsov<sup>1</sup>, Elizaveta D. Strebkova<sup>1</sup>, Amiran Sh. Revishvili<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation

<sup>2</sup>FSBEI «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of the Russian Federation (RMACPE)

### ABSTRACT

**Aim:** to evaluate the effect of cardioneuroablation when using cryoballoon technology during pulmonary vein isolation in a patient with atrial fibrillation.

**Materials and methods:** a clinical case of the development of cardiac neuromodulation after cryoballoon ablation of pulmonary veins in a patient with atrial fibrillation and a history of vasovagal syncope.

**Results:** during the vascular access during the procedure of cryoballoon ablation of pulmonary vein in a patient with atrial fibrillation, the vasovagal mechanism of the syncope was verified. After the isolation of the right upper pulmonary vein, there was a significant acceleration of the rhythm, which indicates the modulation of the nervous system of the heart. In this regard, it was decided to refrain from the implantation of a pacemaker and dynamic observation. During the observation period of 6 months, the patient was not bothered by episodes of syncope or symptoms of bradycardia.

**Conclusion:** cryoballoon ablation for the purpose of cardioneuroablation has proven to be a reproducible and accessible technique for the prevention of vasovagal fainting.

**Keywords:** atrial fibrillation, bradyarrhythmia, cardioneuroablation, cryoballoon ablation.

### ВВЕДЕНИЕ

Фибрилляция предсердий (ФП) является самой распространенной аритмией, и количество пациентов с данным нарушением ритма сердца только увеличивается [1]. Так как данное заболевание приводит к ряду осложнений, среди которых сердечная недостаточность, тромбоэмболия, инвалидизация населения, хирургами-аритмологами выполняется большой объем операций с целью лечения ФП. Преимущественно в качестве триггеров возникновения ФП выступают клетки мышечных муфт легочных вен (ЛВ) [2]. Это объясняется более коротким потенциалом действия у данной группы миоцитов. Поэтому изоляция легочных вен (ИЛВ) является основным методом интер-

венционного лечения фибрилляции предсердий. Изоляция легочных вен с применением криобаллонной абляции (КБА) доказала свою эффективность и безопасность рядом крупных исследований [3].

ФП встречается у 67% больных с синдромом слабости синусового узла, что известно в литературе под термином «тахи-бради» варианта дисфункции синусового узла [4]. Увеличение тонуса парасимпатической нервной системы может приводить к синусовой брадикардии, синоатриальной (СА) или атриовентрикулярной блокаде, которые могут быть причиной вазовагального синкопе [5]. Данное состояние является наиболее распространенной формой

рефлекторного синкопе, характеризующейся асистолией и/или вазодилатацией, что снижает перфузию головного мозга и приводит к потере сознания [6]. Потеря сознания ввиду асистолии является показанием для имплантации электрокардиостимулятора (ЭКС) [7]. Однако в последнее время ведутся исследования по проведению кардионейроабляции с целью нейромодуляции, то есть лечение брадиаритмий без имплантации ЭКС, а за счет снижения влияния парасимпатической нервной системы при катетерной абляции ганглионарных сплетений (ГС) сердца [8].

Автономная нервная система сердца располагается на эпикардиальной поверхности сердца, и состоит из ГС и сложной сети взаимосвязанных нейронов [9]. В левом предсердии основные ГС расположены в непосредственной близости от соединения ЛВ с левым предсердием. При КБА были описаны вагусные реакции как маркеры вегетативной модуляции [10]. Возникновение нейромодуляции во время ИЛВ при КБА может быть объяснено как анатомической взаимосвязью между ГС и ЛВ, так и характеристиками КБА. Из-за несоответствия размеров криобаллонного катетера и устья ЛВ, криоапликация может затрагивать антральную часть ЛВ и повреждать ГС, расположенные рядом [11]. Гистологические исследования показали, что ГС чаще всего расположены в передне-верхних сегментах верхних ЛВ и в нижних сегментах нижних ЛВ на расстоянии примерно 5 мм от устья ЛВ [12, 13].

Для облегчения взаимопонимания между электрофизиолога-

ми, ГС были названы в соответствии с их отношением к ЛВ [7]:

1. верхнее левое ГС (ВЛГС), расположенное на крыше ЛП на 1-2 см медиальнее левой верхней ЛВ;
2. переднее правое ГС (ППГС), расположенное кпереди от правой верхней ЛВ;
3. нижнее левое ГС (НЛГС), расположенное на задней стенке ЛП на 1-2 см медиальнее левой верхней ЛВ;
4. нижнее правое ГС (НПГС), расположенное в нижней части задней стенки ЛП на 1-3 см ниже нижних ЛВ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пациент Б., 34 лет мужского пола весом 102 кг и ростом 198 см (ИМТ 26 кг/м<sup>2</sup>) с диагнозом пароксизмальная форма ФП поступил для проведения катетерной ИЛВ. Больной предъявлял жалобы на перебои в работе сердца, сопровождающиеся одышкой, слабостью, головокружением. По этому поводу регулярно наблюдался, по месту жительства проводили ХМ-ЭКГ, ЭХОКГ, ЭКГ: нарушений ритма и проводимости сердца зафиксировано не было. В качестве лекарственной терапии пациент постоянно принимал эликвис 5 мг 2 раза в сутки.

На амбулаторном этапе пациенту выполнены все стандартные лабораторные и инструментальные исследования. По данным ЭХОКГ: ФВ ЛЖ 62%, КДР ЛЖ 4,8 см, КСР ЛЖ 3,2 см, клапаны интактны, МПП - сбросов нет. По результатам ХМ-ЭКГ на фоне далекозашедшей СА-блокады II степени 2:1 зарегистрирован эпизод увеличения интервала R-R

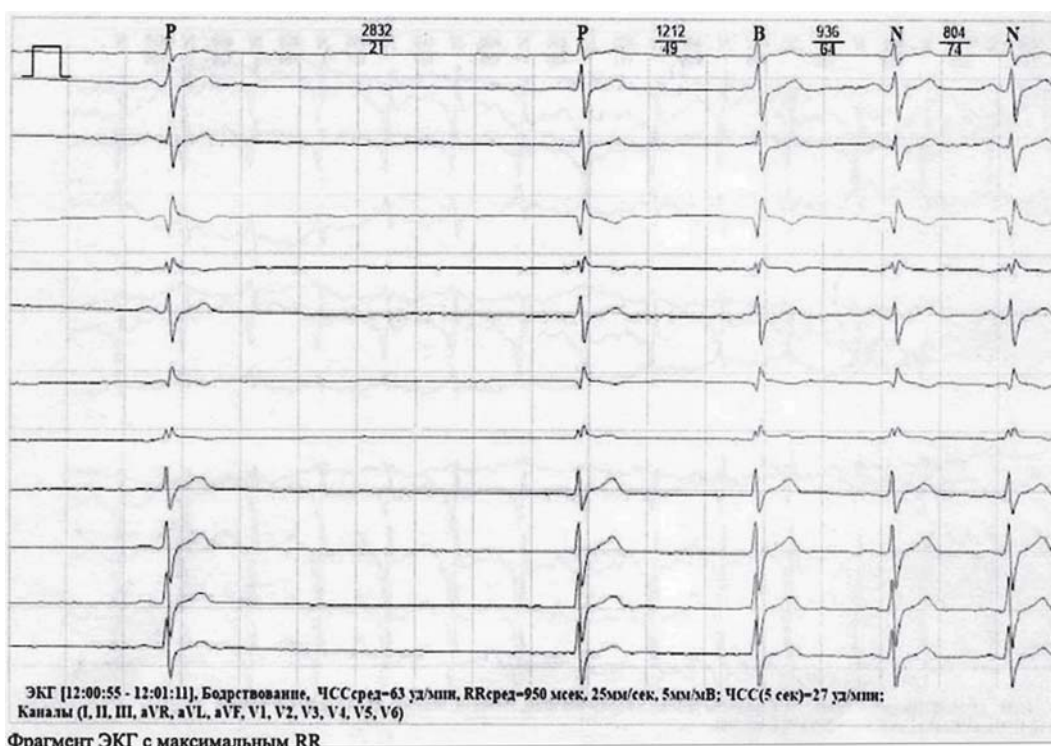


Рис. 1. Эпизод выраженной брадикардии с ЧСС до 21 уд/мин на фоне далеко зашедшей СА-блокады 2 степени.

Fig. 1. An episode of severe bradycardia with a heart rate of up to 21 beats per minute, accompanied by advanced SA blockade of degree 2.

до 2832 мс (рис. 1), сопровождающийся слабостью. Накануне операции пациенту была выполнена мульти-спиральная компьютерная томография с контрастированием, по данным которой объем ЛП составил 90 мл, индекс ЛП – 38,8 мл/м<sup>2</sup>. Легочные вены впадают типично (рис. 3). Перед операцией пациенту проведена чреспищеводная ЭХОКГ, в ходе которой был исключен тромбоз ушка ЛП.

#### Ход операции

В качестве метода катетерной ИЛВ была выбрана КБА. Во время выполнения венозного доступа под местной анестезией новокаином 0,5% возник эпизод синкопе, сопровождающийся брадикардией до 6,8 сек и положительным эффектом в ответ на введение атропина (рис. 2). Таким образом, был доказан вазовагальный механизм обморока.

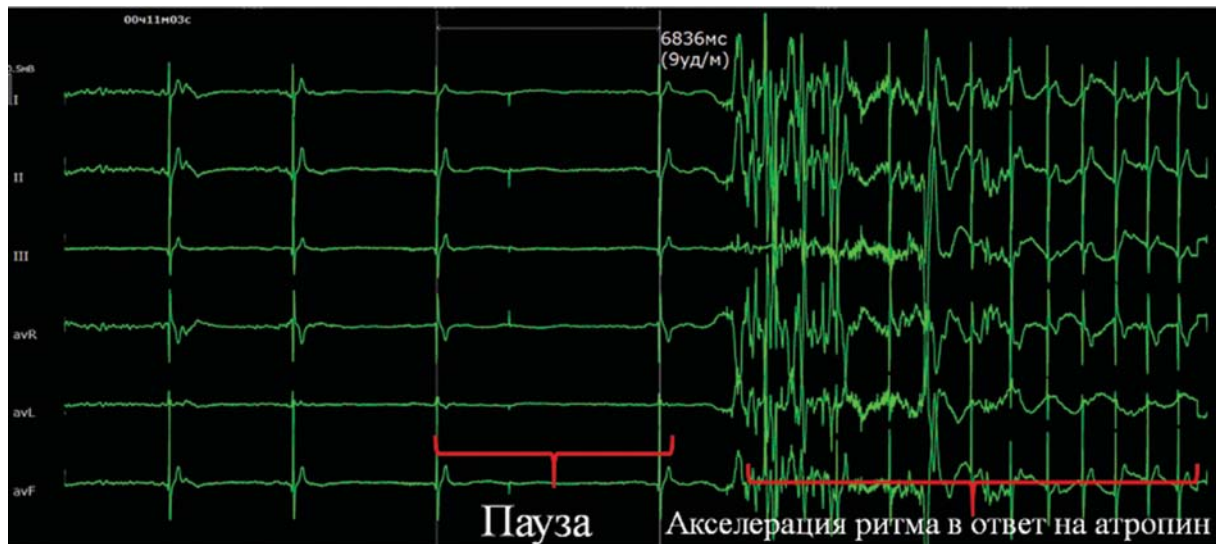


Рис. 2. Эпизод асистолии длительностью 6,8 сек во время сосудистого доступа при электрофизиологическом исследовании.

Fig. 2. An episode of asystole lasting 6,8 seconds during vascular access during an electrophysiological study.

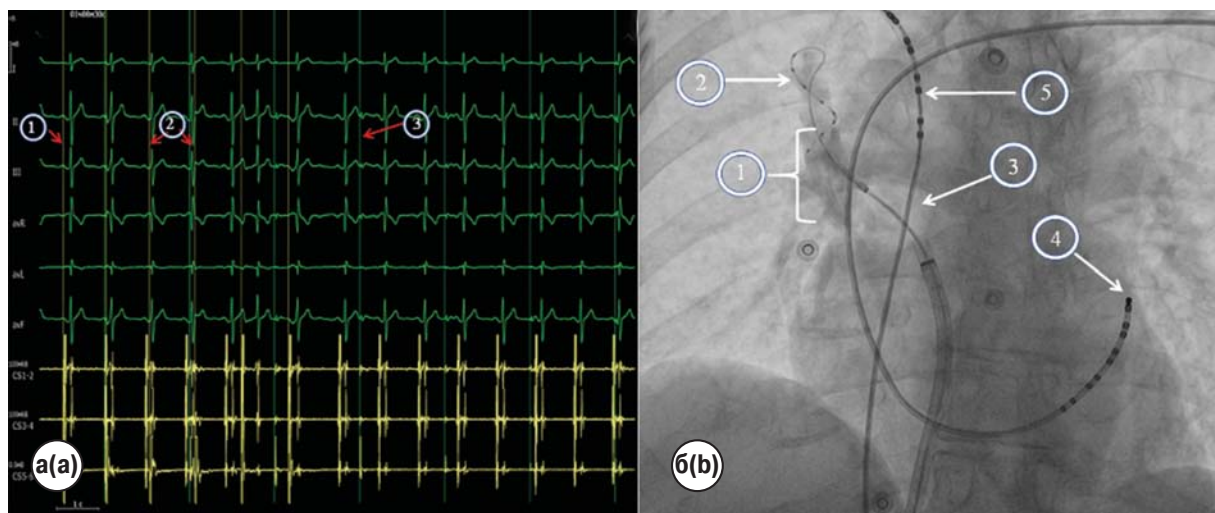


Рис. 3. а – акселерация ритма во время криовоздействия в правой верхней легочной вене: 1 – спайки стимулов электрода в коронарном синусе; 2 – акселерация собственного ритма во время криовоздействия; 3 – спайки стимулов электрода в области диафрагмального нерва; б – контрастирование правой верхней легочной вены для оценки окклюзии перед криовоздействием: 1 – задержка контраста в правой левой легочной вене при ее окклюзии криобаллонным катетером; 2 – циркулярный диагностический катетер; 3 – криобаллонный катетер в раздутом виде; 4 – диагностический электрод в коронарном синусе; 5 – диагностический электрод, дистальный конец которого позиционирован в области стабильной стимуляции диафрагмального нерва.

Fig. 3. a – acceleration of rhythm during cryotherapy in the right superior pulmonary vein: 1 – spikes of electrode stimuli in the coronary sinus; 2 – acceleration of its own rhythm during cryotherapy; 3 – spikes of electrode stimuli in the phrenic nerve; b – angiography of the right superior pulmonary vein to assess occlusion before cryotherapy: 1 – contrast delay in the right left pulmonary vein with its occlusion by a cryoballoon catheter; 2 – circular diagnostic catheter; 3 – cryoballoon catheter in an inflated form; 4 – diagnostic electrode in the coronary sinus; 5 – diagnostic electrode, the distal end of which is positioned in the area of stable stimulation of the phrenic nerve.

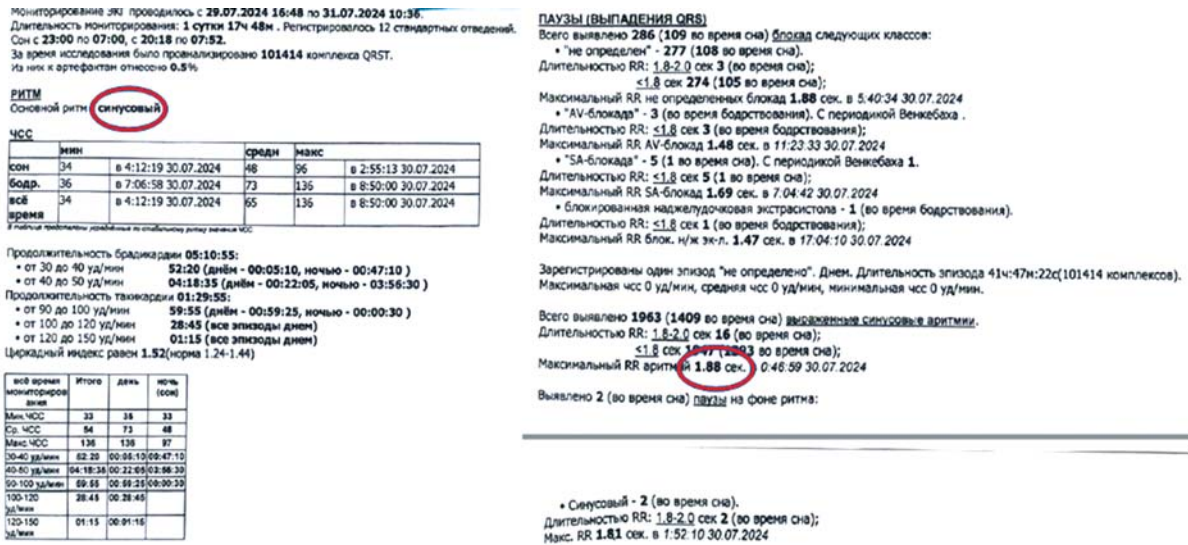


Рис. 4. Холтеровское мониторирование ЭКГ через 6 месяцев после криобаллонной абляции легочных вен.

Fig. 4. Holter ECG monitoring 6 months after pulmonary vein cryoballoon ablation.

Далее процедура проводилась под тотальной внутривенной анестезией с использованием фентанила 0,05% для обезболивания и пропофола 1% в дозе 5 мг/кг/ч для седации. Через подключичную вену слева устанавливался диагностический десятиполюсный электрофизиологический катетер, который был установлен в коронарный синус. Через бедренную вену слева в правый желудочек устанавливался диагностический управляемый десятиполюсный электрофизиологический катетер. Через правую бедренную вену в правое предсердие устанавливался интродьюсер, по которому проводилась игла для транссептальной пункции. Пункция межпредсердной перегородки выполнялась под рентгенологическим контролем. Далее вводился гепарин исходя из веса пациента с расчетом 100 единиц на 1 кг веса. В ЛП устанавливалась управляемая доставочная система, по которой проводился криобаллонный катетер с циркулярным диагностическим электродом. С помощью навигационной системы выполнялась анатомическая реконструкция ЛП и ЛВ. Криовоздействия проводились длительностью 180 секунд. При воздействиях на правых ЛВ управляемый диагностический катетер был проведен в область правой подключичной вены для стимуляции правого диафрагмального нерва. Во время криовоздействий на правой верхней ЛВ отмечалась акселерация ритма с 55 уд/мин до 85 уд/мин (рис. 3). На момент выписки у пациента сохранялся синусовый ритм.

В связи с возникшими признаками нейроиндуляции было принято решение воздержаться от имплантации ЭКС и выписать пациента под динамическое наблюдение. За период наблюдения 6 месяцев на контрольных ХМ-ЭКГ не было отмечено пауз ритма > 2 секунд (рис. 4). Также пациент не отмечал жалоб, связанных с брадикардией. На данный момент продолжается наблюдение за данным пациентом.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Недавно было опубликовано ретроспективное исследование, включившее 17 пациентов, которым выполняли КБА по поводу ФП (14 человек), а также по поводу вазовагальных обмороков (3 пациента). Во время операции наиболее выраженная акселерация ритма наблюдалась после КБА ПЛВ. Автономной модуляцией сердца наблюдалась у всех участников и проявлялась в увеличении средней ЧСС во время сна на 6-7 уд/мин. В данном исследовании криоабляция ЛВ повлияла на время восстановления функции синусового узла, а также рефрактерного периода АВ-узла. По прошествии среднего периода наблюдения  $178 \pm 43$  дня, пациентами не было предъявлено жалоб на паузы ритма, брадикардию или синкопе [14].

В другом исследовании, где участвовали 26 пациентов с вазовагальными обмороками и пресинкопальными состояниями, за период наблюдения 20,1±11,6 месяцев свобода от рецидива нарушения сознания составляла 83,7%. Авторы отметили значительную модуляцию автономной системы сердца именно на ПЛВ в виде увеличения средней ЧСС с 57,2 до 78,3 уд/мин. Однако значительного изменения в атриовентрикулярном проведении отмечено не было, как и в нашем клиническом случае. За период наблюдения базовый сердечный ритм в среднем закрепился на уровне половины указанных величин и составлял 69,8 уд/мин. За весь период наблюдения ни одному пациенту не был имплантирован ЭКС [15].

Таким образом, КБА с целью кардионейроабляции показала себя воспроизводимой и доступной методикой с целью профилактики вазовагальных обмороков, что также отражено в последних национальных клинических рекомендациях [7].

## ВЫВОДЫ

Из-за анатомической близости основных левопредсердных ГС к ЛВ и антральных воздействий в ходе КБА, нейромодуляция является распространенным сопутствующим эффектом. Хотя некоторые данные подтверждают эту теорию, реальный дополнительный положительный

эффект нейромодуляции во время КБА в долгосрочном периоде наблюдения полностью не выяснен. Требуется накопление доказательной базы по пациентам с подобной клинической ситуацией возможно первым этапом выполнять ИЛВ с целью получения эффекта нейромодуляции с исчезновением необходимости имплантации ЭКС. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стребкова Е.Д., Артюхина Е.А., Ревшвили А.Ш., «Актуальные вопросы неинвазивной диагностики и гибридного лечения фибрилляции предсердий». ж. минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2025; 1(2): 72–81. DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-2-72-81](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-2-72-81)
2. Haïssaguerre M., Jais P., Shah D.C., Takahashi A., Hocini M., Quiniou G, et al Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins New England J Med (1998) 339:659–66. DOI: [10.1056/NEJM199809033391003](https://doi.org/10.1056/NEJM199809033391003)
3. Голицын С. П., Голухова Е. З., Михайлов Е. Н., Ревшвили А. Ш., Аракелян М. Г., Васильева Е. Ю., Давтян К. В., Драпкина О. М., Дроздова Л. Ю., Кропачева Е. С., Кучинская Е. А., Лайович Л. Ю., Миронов Н. Ю., Мишина И. Е., Панченко Е. П., Рзаев Ф. Г., Татарский Б. А., Уцумуева М. Д., Шахматова О. О., Шлевков Н. Б., Шпектор А. В., Андреев Д. А., Артюхина Е. А., Барбараш О. Л., Бокерия Л. А., Галявич А. С., Дупляков Д. В., Зенин С. А., Иртюга О. Б., Канорский С. Г., Лебедев Д. С., Новикова Н. А., Попов С. В., Сергуладзе С. Ю., Филатов А. Г., Шляхто Е. В., Шубик Ю. В. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2025. Российский кардиологический журнал. 2025;30(11):6668. DOI: [10.15829/1560-4071-2025-6668](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2025-6668). EDN: MGXGON
4. Brignole M., Deharo J.C., De Roy L., et al. Syncope due to idiopathic paroxysmal atrioventricular block: long-term follow-up of a distinct form of atrioventricular block. J Am Coll Cardiol 2011; 58: 167-173.
5. Brignole M., Deharo J.C., De Roy L., et al. Syncope due to idiopathic paroxysmal atrioventricular block: long-term follow-up of a distinct form of atrioventricular block. J Am Coll Cardiol 2011; 58: 167-173.
6. Aksu T, Guler T.E., Yalin K, Mutluer F.O., Ozcan K.S., Calò L. Catheter Ablation of Bradyarrhythmia: From the Beginning to the Future. Am J Med Sci. 2018;355(3):252-265. DOI: [10.1016/j.amjms.2017.11.016](https://doi.org/10.1016/j.amjms.2017.11.016)
7. Ревшвили А. Ш., Глезер М. Г., Артюхина Е. А., Базаев В. А., Баталов Р. Е., Бокерия Л. А., Давтян К. В., Лебедев Д. С., Лебедева В. К., Любимцева Т. А., Михайлов Е. Н., Попов С. В., Романов А. Б., Сергуладзе С. Ю., Сопов О. В., Филатов А. Г. Брадиаритмии и нарушения проводимости. Клинические рекомендации 2025. Российский кардиологический журнал. 2025; 30(11):6669. DOI: [10.15829/1560-4071-2025-6669](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2025-6669). EDN: PDTCCGN
8. Горев М.В., Рзаев Ф. Г., Вахрушев А. Д., Михайлов Е. Н. Кардионейроабляция в лечении нейрокардиогенных обмороков и функциональных брадиаритмий. Обзор литературы. Российский кардиологический журнал. 2024; 29(4S):6206. DOI: [10.15829/1560-4071-2024-6206](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6206). EDN WNTMBA
9. Ardell J.L., Armour J.A. Neurocardiology: structure-based function. Compr Physiol 2016; 6:1635–53. DOI: [10.1002/cphy.c150046](https://doi.org/10.1002/cphy.c150046)
10. Ahmed H., Neuzil P, Skoda J, D'Avila A., Donaldson D.M., Laragy M.C., et al. The permanency of pulmonary vein isolation using a balloon cryoablation catheter. J Cardiovasc Electrophysiol 2010; 21:731–7. DOI: [10.1111/j.1540-8167.2009.01703.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2009.01703.x)
11. Yorgun H., Aytimir K., Canpolat U, Sahiner L., Kaya E.B., Oto A. Additional benefit of cryoballoon-based atrial fibrillation ablation beyond pulmonary vein isolation: modification of ganglionated plexi. Europace. 2014; 16:645– 51. DOI: [10.1093/europace/eut240](https://doi.org/10.1093/europace/eut240)
12. Tan A.Y., Li H., Wachsmann-Hogiu S., Chen L.S., Chen P.S., Fishbein M.C. Autonomic innervation and segmental muscular disconnections at the human pulmonary vein-atrial junction. Implications for catheter ablation of atrial-pulmonary vein junction. J Am Coll Cardiol. 2006; 48:132–43. DOI: [10.1016/j.jacc.2006.02.054](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.02.054)
13. Po S.S., Nakagawa H., Jackman W.M. Localization of left atrial ganglionated plexi in patients with atrial fibrillation: techniques and technology. J Cardiovasc Electrophysiol. 2009; 20:1186–9. DOI: [10.1111/j.1540-8167.2009.01515.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2009.01515.x)
14. Herweg B., Patel R.S., Noujaim S., Spano J., Mencer N., Vijayaraman P. Cryoballoon cardioneuroablation: New electrophysiological insights. Heart Rhythm O2. 2024; 5(4):209-216. Published 2024 Mar 20. DOI: [10.1016/j.hroo.2024.03.004](https://doi.org/10.1016/j.hroo.2024.03.004)
15. Maj R., Osório T.G., Borio G, et al A novel strategy to treat vaso-vagal syncope: Cardiac neuromodulation by cryoballoon pulmonary vein isolation. Indian Pacing Electrophysiol J. 2020; 20(4):154-159. DOI: [10.1016/j.ipej.2020.03.008](https://doi.org/10.1016/j.ipej.2020.03.008)

## REFERENCES

1. Strebkova E.D., Artyukhina E.A., Revishvili A.Sh. Non-invasive diagnosis and hybrid treatment of atrial fibrillation. Minimally invasive cardiovascular surgery. 2025; 1(2): 72–81 DOI: [10.64218/3033-5426-2025-1-2-72-81](https://doi.org/10.64218/3033-5426-2025-1-2-72-81) [In Russ].
2. Haïssaguerre M., Jais P., Shah D.C., Takahashi A., Hocini M., Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins New England J Med. 1998; 339:659–66. DOI: [10.1056/NEJM199809033391003](https://doi.org/10.1056/NEJM199809033391003)
3. Golitsyn S. P., Golukhova E. Z., Mikhailov E. N., Revishvili A. Sh., Arakelyan M. G., Vasilyeva E. Yu., Davtyan K. V., Drapkina O. M., Drozdova L. Yu., Kropacheva E. S., Kuchinskaya E. A., Laiovich L. Yu., Mironov N. Yu., Mishina I. E., Panchenko E. P., Rzaev F. G., Tatarsky B. A., Utsumueva M. D., Shakhmatova O. O., Shlevkov N. B., Shpektor A. V., Andreev D. A., Artyukhina E. A., Barbarash O. L., Bokeria L. A., Galyavich A. S., Duplyakov D. V., Zenin S. A., Irtyuga O. B., Kanorsky S. G., Lebedev D. S., Novikova N. A., Popov S. V., Serguladze S. Yu., Filatov A. G., Shlyakhto E. V., Shubik Yu. V. 2025 Clinical practice guidelines for Atrial fibrillation and flutter. «Russian Journal of Cardiology. 2025; 30(11):6668 DOI: [10.15829/1560-4071-2025-6668](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2025-6668). EDN: MGXGON [In Russ].
4. Brignole M., Deharo J.C., De Roy L., et al. Syncope due to idiopathic paroxysmal atrioventricular block: long-term follow-up of a distinct form of atrioventricular block. J Am Coll Cardiol 2011; 58: 167-173.
5. Brignole M., Deharo J.C., De Roy L., et al. Syncope due to idiopathic paroxysmal atrioventricular block: long-term follow-up of a distinct form of atrioventricular block. J Am Coll Cardiol 2011; 58: 167-173.
6. Aksu T., Guler T.E., Yalin K., Mutluer F.O., Ozcan K.S., Calò L. Catheter Ablation of Bradyarrhythmia: From the Beginning to the Future. Am J Med Sci. 2018; 355(3):252-265. DOI: [10.1016/j.amjms.2017.11.016](https://doi.org/10.1016/j.amjms.2017.11.016)
7. Revishvili A.Sh., Artyukhina E.A., Glezer M.G., Bazaev V.A., Batalov R.E., Bokeria L.A., Bokeria O.L., Davtyan K.V., Ivanitsky E.A., Kovalev A.S., Krivolapov S.N., Lebedev D.S., Lebedeva V.K., Lyubimtseva T.A., Mamchur S.E., Mikhailov E.N., Neminushchy N.M., Popov S.V., Rzaev F.G., Romanov A.B., Serguladze S.Yu., Sopov O.V., Filatov A.G. 2020 Clinical practice guidelines for Bradyarrhythmias and conduction disorders. Russian Journal of Cardiology. 2021; 26(4):4448 DOI:[10.15829/1560-4071-2021-4448](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4448) [In Russ].
8. Gorev M.V., Rzaev F.G., Vakhrushev A.D., Mikhailov E.N. Cardioneuroablation in the treatment of neurocardiogenic syncope and functional bradyarrhythmias. A literature review. Russian Journal of Cardiology. 2024; 29(4S):6206 DOI: [10.15829/1560-4071-2024-6206](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6206). EDN: WNTMBA [In Russ].
9. Ardell J.L., Armour J.A. Neurocardiology: structure-based function. Compr Physiol 2016; 6:1635–53. DOI: [10.1002/cphy.c150046](https://doi.org/10.1002/cphy.c150046)
10. Ahmed H., Neuzil P., Skoda J., D'Avila A., Donaldson D.M., Laragy M.C., et al. The permanency of pulmonary vein isolation using a balloon cryoablation catheter. J Cardiovasc Electrophysiol 2010; 21:731–7. DOI: [10.1111/j.1540-8167.2009.01703.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2009.01703.x)
11. Yorgun H., Aytimir K., Canpolat U., Sahiner L., Kaya E.B., Oto A. Additional benefit of cryoballoon-based atrial fibrillation ablation beyond pulmonary vein isolation: modification of ganglionated plexi. Europace. 2014; 16:645– 51. DOI: [10.1093/europace/eut240](https://doi.org/10.1093/europace/eut240)
12. Tan A.Y., Li H., Wachsmann-Hogiu S., Chen L.S., Chen P.S., Fishbein M.C. Autonomic innervation and segmental muscular disconnections at the human pulmonary vein-atrial junction. Implications for catheter ablation of atrial-pulmonary vein junction. J Am Coll Cardiol. 2006; 48:132–43. DOI: [10.1016/j.jacc.2006.02.054](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.02.054)
13. Po S.S., Nakagawa H., Jackman W.M. Localization of left atrial ganglionated plexi in patients with atrial fibrillation: techniques and technology. J Cardiovasc Electrophysiol 2009; 20:1186–9. DOI: [10.1111/j.1540-8167.2009.01515.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2009.01515.x)
14. Herweg B., Patel R.S., Noujaim S., Spano J., Mencer N., Vijayaraman P. Cryoballoon cardioneuroablation: New electrophysiological insights. Heart Rhythm O2. 2024;5(4):209-216. Published 2024 Mar 20. DOI: [10.1016/j.hroo.2024.03.004](https://doi.org/10.1016/j.hroo.2024.03.004)
15. Maj R., Osório T.G., Borio G, et al. A novel strategy to treat vaso-vagal syncope: Cardiac neuromodulation by cryoballoon pulmonary vein isolation. Indian Pacing Electrophysiol J. 2020; 20(4):154-159. DOI: [10.1016/j.ipej.2020.03.008](https://doi.org/10.1016/j.ipej.2020.03.008)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Артюхина Елена Александровна** – [ORCID: 0000-0001-7065-0250] д.м.н., профессор руководитель отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения аритмий №1  
ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого» Минздрава России  
115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская ул., 27  
Профессор кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии им. академика А.В. Покровского  
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
125993, Российская Федерация, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

**Кузнецов Никита Михайлович** – [ORCID: 0000-0003-3503-3067] к.м.н., научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения аритмий №1  
ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого» Минздрава России  
115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская ул., 27

**Стребкова Елизавета Дмитриевна** – [ORCID: 0000-0001-5837-7255] к.м.н., научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения аритмий №1 ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого» Минздрава России  
115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская ул., 27

**Ревишвили Амиран Шотаевич** – [ORCID: 0000-0003-1791-9163] академик РАН, д.м.н., профессор, генеральный директор  
ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневого» Минздрава России  
115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27  
Заведующий кафедрой ангиологии, сердечно-сосудистой хирургии, эндоваскулярной хирургии и аритмологии  
им. академика А.В. Покровского ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
125993, Российская Федерация, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

**Вклад авторов.** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии источника финансирования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## AUTHOR INFORMATION FORM

**Artyukhina Elena A.** – [ORCID: 0000-0001-7065-0250] MD, PhD, Professor, Head of the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias №1 FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997  
Professor at the Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named after Academician A.V. Pokrovsky  
FSBEI «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of the Russian Federation (RMACPE) 2/1-1, Barrikadnaya St., Moscow, Russian Federation, 125993

**Kuznetsov Nikita M.** – [ORCID: 0000-0003-3503-3067] MD, PhD, Researcher at the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias №1  
FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Strebkova Elizaveta D.** – [ORCID: 0000-0001-5837-7255] MD, PhD, Researcher at the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias №1  
FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Amiran Sh. Revishvili** – [ORCID: 0000-0003-1791-9163] academician of the Russian Academy of Sciences, MD, PhD, General Director FSBI «National Medical Research Center named after A.V. Vishnevsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 117997  
Head of the Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology n.a. ac. A.V. Pokrovsky  
Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation  
2/1, bld.1, Barrikadnaya St., Moscow, Russian Federation, 125993

**Contribution.** All authors contributed equally to the preparation of the publication.

**Funding.** The authors declare no funding sources.

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

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция научно-практического рецензируемого журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия» просит авторов внимательно ознакомиться с нижеприведенными инструкциями по подготовке рукописей для публикации.

Правила по подготовке рукописей в журнал «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия» составлены с учетом рекомендаций по проведению, описанию, редактированию и публикации результатов научной работы в медицинских журналах, подготовленных Международным комитетом редакторов медицинских журналов (ICMJE), «Белой книги Совета научных редакторов о соблюдении принципов целостности публикаций в научных журналах, обновленная версия 2012 г.» (CSE's White Paper on Promotion Integrity in Scientific Journal Publications, 2012 Update), а также методических рекомендаций по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных, разработанных Ассоциацией научных редакторов и издателей и Министерством образования и науки Российской Федерации.

Обращаем внимание авторов, что проведение и описание всех клинических исследований должно соответствовать стандартам CONSORT. При подготовке оригинальных статей и других материалов рекомендуется использовать чек-листы и схемы, разработанные международными организациями в области здравоохранения (EQUATOR).

Обращаем внимание авторов, что все рукописи, поступающие в редакцию журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия», проходят обязательную проверку в системах антиплагиат (рукописи, представленные на русском языке, проходят проверку в системе «Антиплагиат»; рукописи, представленные на английском языке, проходят проверку в системе «Thenticate»).

Журнал «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия» принимает к печати следующие рукописи:

1. Оригинальные исследования – рукописи, которые содержат описания оригинальных данных, вносящих приоритетный вклад в накопление научных знаний. Объем статьи – до 20 страниц машинописного текста (включая источники литературы, подписи к рисункам и таблицы), до 30 источников литературы. Резюме должно быть структурировано и содержать параграфы (Цель, Материалы и методы, Результаты, Обсуждение, Заключение, Ключевые слова), и не превышать 300 слов.
2. Клинические случаи – краткое информационное сообщение, представляющее сложную диагностическую проблему и объяснение как ее решить или описание редкого клинического случая. Объем текста до 5 страниц машинописного текста (включая источники литературы, подписи к рисункам и таблицы), до 10 источников литературы. Резюме должно быть структурировано и не должно превышать 200 слов.
3. Аналитический обзор – критическое обобщение исследовательской темы. Объем – до 25 страниц машинописного текста (включая источники литературы, подписи к рисункам и таблицы), до 50 источников литературы, со структурированным резюме, которое не должно превышать 250 слов. Рекомендуем использовать иллюстративный материал – таблицы, рисунки, графики, если они помогают раскрыть содержание документа и сокращают объем текста.
4. Передовая статья - объем текста до 3000 слов (включая источники литературы, подписи к рисункам и таблицы), до 20 источников литературы, со структурируемым резюме, которое не должно превышать 250 слов.
5. Письма в редакцию – обсуждение определенной статьи, опубликованной в журнале «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия». Объем не более 500 слов, без резюме.

Обращаем внимание авторов на то, что все рукописи, направленные в редакцию журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия» должны соответствовать целям, задачам журнала и научной специальности.

### РАЗДЕЛ 1. Сопроводительные документы

1. Сопроводительное письмо должно содержать общую информацию и включать (1) указание, что данная рукопись ранее не была опубликована, (2) рукопись не представлена для рассмотрения к публикации в другом журнале (в случае если рукопись подана параллельно в другой журнал, редакция имеет полное право отказать в публикации рукописи авторам), (3) раскрытие конфликта интересов всех авторов, (4) информацию о том, что все авторы прочитали и одобрили рукопись, (5) указание об авторе, ответственном за переписку. Письмо должно быть выполнено на официальном бланке учреждения, подписано руководителем учреждения и заверено печатью.
2. Информация о конфликте интересов/финансировании. Документ содержит раскрытие авторами возможных отношений с промышленными и финансовыми организациями, способных привести к конфликту интересов в связи с представленным в рукописи материалом. Желательно перечислить источники финансирования работы. Кон-

фликт интересов должен быть заполнен на каждого автора.

3. В случае возникновения необходимости редакция оставляет за собой право запросить у авторов скан справки / выписки из Локального этического комитета учреждения (учреждений), где выполнялось исследование и скан информированного согласия пациента при подаче случая из клинической практики.

4. Информация о перекрывающихся публикациях (если таковая имеется). При наличии перекрывающихся публикациях, следует указать их количество и названия (желательно приложить сканы ранее опубликованных статей). Также в сопроводительном письме на имя главного редактора журнала, следует кратко указать по какой причине имеются перекрывающиеся публикации (например, крупное многофазовое исследование и т.д.).

5. Для клинических исследований: информация о регистрации и размещении данных о проводимом исследовании в любом публичном регистре клинических исследований. Под термином «клиническое исследование»

понимается любой исследовательский проект, который затрагивает людей (или группы испытуемых) с/или без наличия сравнительной контрольной группы, изучает взаимодействие между вмешательствами для улучшения здоровья или полученными результатами. Всемирная организация здравоохранения предлагает первичный регистр: International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP)([www.who.int/ictpr/network/primary/en/index.html](http://www.who.int/ictpr/network/primary/en/index.html)).

## РАЗДЕЛ 2. Подача рукописи

1. Подать статью в журнал может любой из авторов, как правило, это автор, ответственный за переписку. Автору необходимо направить рукопись и сканы-копии всех необходимых сопроводительных документов на электронную почту редакции [editor\\_cvd@mail.ru](mailto:editor_cvd@mail.ru).

2. Отдельно готовится файл в Word, который потом отправляется как дополнительный файл. Файл должен содержать: титульный лист рукописи. На титульном листе рукописи в левом верхнем углу указывается индекс универсальной десятичной классификации (УДК). Далее указывается заглавие публикуемого материала (полное наименование статьи). В названии запрещается использовать аббревиатуры. Со следующей строки указываются инициалы и фамилии авторов. Инициалы указывают до фамилий и отделяются пробелом. После инициалов и фамилий необходимо указать полное наименование (наименования) учреждения (учреждений), в котором (которых) выполнена работа с указанием ведомства и полного юридического адреса: страны, индекса, города, улицы, номера дома. Если авторы относятся к разным учреждениям, отметьте это цифровыми индексами в верхнем регистре перед учреждением и после фамилии авторов.

3. Ниже предоставляется информация об авторах, где указываются: полные ФИО, место работы каждого автора, его должность, ORCID iD. Полная контактная информация обязательно указывается для автора, ответственного за переписку с редакцией, и включает электронную почту. Информация указывается на русском и английском языках.

4. Если рукопись написана в соавторстве, то всем членам авторской группы необходимо указать вклад каждого автора в написание рукописи. Авторы должны отвечать всем критериям, рекомендованным Международным комитетом редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE), а именно: (1) вносить существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, или получение и анализ данных, или их интерпретацию; (2) принимать активное участие в написании первого варианта статьи или участвовать в переработке ее важного интеллектуального содержания; (3) утвердить окончательную версию для публикации; (4) нести ответственность за все аспекты работы и гарантировать соответствующее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью всех частей работы.

## РАЗДЕЛ 3. Оформление аннотации

Аннотация на русском языке. Аннотация должна быть информативной (не содержать общих слов), оригинальной, содержательной (т.е. отражать основное содержание статьи и результаты исследований) и компактной (т.е. укладываться в установленные объемы в зависимости от типа рукописи). При написании аннотации необходимо следовать логике описания результатов в статье. В ней необходимо указать, что нового несет в себе научная статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению. В аннотацию не следует включать ссылки на литературу и использовать аббревиатуры, кроме общепотребительных сокращений и условных обозначений. При первом упоминании сокращения его необходимо расшифровать.

Структура аннотации должна включать 5 параграфов: цель (не дублирующая заглавие статьи), материалы и методы, результаты, заключение, ключевые слова. Является обязательной для оригинальных исследований (не более 300 слов).

Ключевые слова (не более 7) составляют семантическое ядро статьи и представляют собой перечень основных понятий и категорий, служащих для описания исследуемой проблемы. Они должны отражать дисциплину (область науки, в рамках которой написана статья), тему, цель и объект исследования.

Перевод аннотации на английский язык (для рукописей, поданных на русском языке)

При переводе на английский язык аннотация должна сохранить свою информативность, оригинальность, быть содержательной и компактной, отражать логику описания результатов в статье. При переводе не рекомендуется пропускать словосочетания и предложения. Перевод аннотации должен дублировать текст аннотации на английском языке.

Структура аннотации на английском языке также включает 5 параграфов: Aim (Aims – в случае, если в Вашей рукописи заявлено более одной цели), Methods and Results, Conclusion, Keywords. Является обязательной для оригинальных исследований (не более 300 слов).

## РАЗДЕЛ 4. Оформление основного файла рукописи

Поскольку основной файл рукописи автоматически отправляется рецензенту для проведения «слепого рецензирования», то он не должен содержать имен авторов и названий учреждений. Файл содержит только следующие разделы:

### 1. Название статьи

Название статьи пишется прописными буквами в конце точка не ставится.

### 2. Текст статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате MS (\*.doc, \*.docx), размер кегля 12, шрифт Times New Roman, межстрочный интервал 1,5, поля обычные, выравнивание по ширине. Страницы нумеруют. Перед подачей рукописи удалите из текста статьи двойные пробелы.

Обращаем внимание авторов на то, что все публикуемые материалы должны соответствовать «Единым требованиям

Пример для оформления:

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия  
(медицинские науки)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОЛГОСРОЧНЫХ ИСХОДОВ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕХАНИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ  
АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА У ПАЦИЕНТОВ В ВОЗРАСТЕ 60–65 ЛЕТ:  
РЕТРОСПЕКТИВНОЕ КОГОРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОГО ЦЕНТРА

С.Т. Энгиноев<sup>1,2</sup>, Н.Н. Илов<sup>1,2</sup>, А.А. Зеньков<sup>1,2</sup>, Т.К.Рашидова<sup>1</sup>, А. М-С. Умаханова<sup>1</sup>,  
И.И. Чернов<sup>1</sup>, В.Н. Колесников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии», Минздрава России

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет»

Минздрава России

Английский вариант

COMPARATIVE ANALYSIS OF LONG-TERM OUTCOMES OF MECHANICAL VS  
BIOLOGICAL AORTIC VALVE PROSTHESES IN PATIENTS AGED 60–65 YEARS:  
A SINGLE-CENTER RETROSPECTIVE COHORT STUDY

Soslan T. Enginoev<sup>1,2</sup>, Nikolai N. Ilov<sup>1,2</sup>, Aleksandr A. Zenkov<sup>1</sup>, Tamara K. Rashidova<sup>1</sup>,  
Aminat M-S. Umahanova<sup>2</sup>, Igor I. Chemov<sup>1</sup>, Vladimir N. Kolesnikov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery»

<sup>2</sup>FSBEI HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the

Russian Federation

для рукописей, подаваемых в биомедицинские журналы» (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, Ann Intern Med 1997, 126: 36–47). В подготовке статистической части работы рекомендуется использовать специальные руководства, например, Европейского кардиологического журнала.

**Таблицы** размещают в месте упоминания в тексте. В тексте обязательно присутствуют ссылки на все таблицы, обозначаемые как «табл.» с указанием порядкового номера таблицы, например «табл. 1». Каждая таблица имеет заголовок: слово «Таблица», порядковый номер, название (без точек). Если таблица единственная в статье, ее не нумеруют, в тексте слово «таблица» выделяют курсивом. Название таблицы и номер таблицы выравнивается по левому краю страницы. Для всех сокращений, используемых в таблице, дается расшифровка в примечании. Название таблицы и примечание к ней переводятся на английский язык и размещаются под русскоязычной версией. Содержание таблицы также переводится на английский и дается через / (например, Показатели / Parameters и т.д.).

**Иллюстративный материал** (черно-белые и цветные фотографии, рисунки, диаграммы, схемы, графики) размещают в тексте статьи в месте упоминания (.jpg, разрешение не менее 300 dpi). Проверьте наличие ссылок в тексте на все иллюстрации, обозначаемые как «рис.» с указанием порядкового номера, например, «рис. 1». Рисунки не должны повторять материалов таблиц. Каждый рисунок имеет заголовок «Рисунок», порядковый номер рисунка. Название и примечание к рисунку переводятся на английский язык и размещаются под русскоязычной версией. Единственную в статье иллюстрацию не нумеруют, при ссылке на нее в тексте используют слово «рисунок» (полностью, курсивом). Если иллюстрация состоит из нескольких рисунков, представленных под а, б, в, г, помимо подписи каждого рисунка под буквенным обозначением необходимо привести общий заголовок иллюстрации.

Обращаем внимание авторов на то, что использование таблиц и рисунков из других статей с оформленным цитированием допустимо только при наличии разрешения на репринт. Разрешение на репринт таблиц и рисунков запра-

шивается не у автора, а у издателя журнала. Просим Вас своевременно позаботиться о разрешении на репринт. В случае отсутствия такого разрешения, рисунки и таблицы будут рассматриваться как плагиат, и редакция журнала будет вынуждена исключить их из рукописи.

При обработке материала используется система единиц СИ. Без точек пишут: ч, мин, мл, см, мм (но мм рт. ст.), с, мг, кг, мкг. С точками: мес., сут., г. (год), рис., табл. Для индексов используют верхние (кг/м<sup>2</sup>) или нижние (CHA2DS2-VASc) регистры. Знак мат. действий и соотношений (+, -, x, /, =, ~) отделяют от символов и чисел:  $p = 0,05$ . Знак  $\pm$  пишут слитно с цифровыми обозначениями:  $27,0 \pm 17,18$ . Знаки  $>$ ,  $<$ ,  $\leq$  и  $\geq$  пишут слитно:  $p > 0,05$ . В тексте рекомендуем заменять символы словами: более ( $>$ ), менее ( $<$ ), не более ( $\leq$ ), не менее ( $\geq$ ). Знак % пишут слитно с цифровым показателем: 50%; при двух и более цифрах знак % указывают один раз после чисел: от 50 до 70%: на 50 и 70%. Знак № отделяют от числа: № 3. Знак °C отделяют от числа: 13 °C. Обозначения единиц физических величин отделяют от цифр: 13 мм. Названия и символы генов выделяют курсивом: ген *PON1*.

#### 3. Благодарности (если таковые имеются)

Участники, не соответствующие критериям, предъявляемым к авторам, должны быть указаны в разделе «Благодарности».

#### 4. Финансирование

Указывают источник финансирования. Если исследование выполнено при поддержке гранта (например, РФФИ, РНФ), приводят номер.

#### 5. Конфликт интересов

Авторы раскрывают конфликт интересов, связанный с представленным материалом. Конфликт интересов должен быть раскрыт для каждого конкретного автора. Информация о конфликте интересов публикуется в составе полного текста статьи.

#### 6. Список литературы

Список литературы должен быть представлен на русском и английском языках (обратите внимание, что списки должны быть отдельными (Список литературы и References)). За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут автор(ы). Редакция оставляет за собой право проводить проверку представленного списка литературы.

Библиографическое описание на русском языке рекомендуется выполнять на основе ГОСТ Р 7.0.5-2008 («Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»). Англоязычная часть библиографического описания должна соответствовать формату, рекомендуемому Американской Национальной Организацией по Информационным стандартам (National Information Standards Organisation — NISO), принятому National Library of Medicine (NLM). Ссылки на русскоязычные статьи, имеющие название на английском языке приводятся также на английском языке, при этом в конце ссылки указывается (in Russian). Если статья не имеет английского названия, вся ссылка транслитерируется на сайте [www.translit.ru](http://www.translit.ru) (формат BSI).

Библиографические ссылки в тексте указывают номерами в квадратных скобках. Источники располагают в порядке первого упоминания в тексте. В список литературы не включаются неопубликованные работы. Названия журналов на русском языке в списке литературы не сокращаются. Названия иностранных журналов могут сокращаться в соответствии с вариантом сокращения, принятым конкретным журналом. При наличии у цитируемой статьи цифрового идентификатора (Digital Object Identifier, DOI) в обязательном порядке указывают в конце ссылки.

#### Примеры оформления списка литературы

##### 1. Статья из русскоязычного журнала, имеющая англоязычное название:

Ревিশвили А.Ш., Попов В.А., Аминов В.В. и др. Влияет ли применение криоабляции на результаты операции «Лабиринт IV» при коррекции пороков митрального клапана? Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2024; 66 (6): 817-828. DOI: 10.24022/0236-2791-2024-66-6-817-828 [Revishvili A.Sh., Popov V.A., Aminov V.V., et al. Does the use of cryoablation affect the outcomes of Maze IV procedure in mitral valve surgery? Grudnaya I Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya. 2024; 66 (6): 817-828 [In Russ]. DOI: 10.24022/0236-2791-2024-66-6-817-828]

##### 2. Статья из русскоязычного журнала, не имеющая англоязычного названия:

Трапезникова М.Ф., Филиппов П.Я., Перлин Д.В. и др. Лечение структур мочеточника после трансплантации почки. Урология и нефрология. 1994; 3: 42-45. Trapeznikova M.F., Filiptsev P.Ya., Perlin D.V., Kulachkov S.M. Lechenie striktur mochetochnika posle transplantatsii pochki. Urologia I nefrologia. 1994; 3:42-45 [In Russ].

##### 3. Статья из англоязычного журнала:

Goldstein D.J., Oz M.C., Rose E.A. Implantable left ventricular assist devices. N Engl J Med. 1998; 339: 1522-1533.

##### 4. Статья из журнала, имеющего DOI:

Kaplan B., Meier-Kriesche H-U. Death after graft loss: An important late study endpoint in kidney transplantation. American Journal of Transplantation. 2002; 2 (10): 970-974. DOI:1.1034/j.1600-6143.2002.21015.x

##### 5. Англоязычная монография:

Murray P.R., Rosenthal K.S., Kobayashi G.S., Pfaller M.A. Medical microbiology. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002: P. 200.

##### 6. Русскоязычная монография:

Ивашкин В.Т., Шептулин А.А. Методические рекомендации по обследованию и лечению больных с нарушениями двигательной функции желудка. М; 2008: С.145 Ivashkin V.T., Sheptulin A.A. Metodicheskie rekomendatsii po obsledovaniyu i lecheniyu bol'nykh s narusheni-nyami dvigatel'noy funktsii zheludka. Moscow; 2008: P.145 [In Russ].

### 7. Диссертация (автореферат диссертации):

Максимова Н.В. Клинико-экономический анализ консервативной тактики лечения пациентов с синдромом диабетической стопы в городе Москве. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М; 2011: с.32

Maksimova N.V. Kliniko-ekonomicheskiy analiz konservativnoy taktiki lecheniya patsientov s sindromom diabeticheskoy stopy v gorode Moskve. [dissertation] Moscow; 2011, p.32 [In Russ].

### 8. Электронный источник:

Кондратьев В.Б. Глобальная фармацевтическая промышленность. Режим доступа:

[http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja\\_farmaceuticheskaja\\_promyshlennost\\_2011-07-18.html](http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmaceuticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.html). (дата обращения 23.06.2013)

Kondrat'ev V.B. Global'naya farmatsevticheskaya promyshlennost' [The global pharmaceutical industry]. Available at:

[http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja\\_farmaceuticheskaja\\_promyshlennost\\_2011-07-18.html](http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmaceuticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.html). (accessed 23.06.2013) [In Russ].

### РАЗДЕЛ 5. Порядок рецензирования рукописей

1. Рукопись следует направлять в электронном виде в Редакцию по электронной почте [editor\\_cvd@mail.ru](mailto:editor_cvd@mail.ru). Рукопись должна быть оформлена в соответствии с настоящими требованиями к научным статьям, представляемым для публикации в журнале.

2. Автору высылается уведомительное письмо о получении рукописи с номером (ID), который будет использоваться в последующей переписке.

3. Рукопись обязательно проходит первичный отбор, в который входит проверка комплектности рукописи и проверка в системе «Антиплагиат». При несоблюдении требований Правил для авторов к комплектности рукописи или её оформлению, Редакция вправе отказать в публикации или письменно запросить недостающие материалы. Оригинальность рукописи должна быть не менее 80%. Мы ожидаем, что рукописи, присланные для публикации, написаны в оригинальном стиле, который предполагает новое осмысление без использования ранее опубликованного текста. Рукописи, имеющие оригинальность ниже 80%, не принимаются к рассмотрению.

Редакция вправе отказать в публикации или прислать свои замечания к статье, которые должны быть исправлены Автором перед рецензированием.

4. Все рукописи, поступающие в журнал, направляются по профилю научного исследования на рецензию двум независимым (внешним) экспертам.

5. Рецензирование проводится конфиденциально как для Автора, так и для самих рецензентов. Рукопись направляется рецензенту без указания имен авторов и названия учреждения. Обращаем внимание авторов, что ФИО рецензента могут быть раскрыты по его собственному желанию. Раскрытие ФИО рецензента не оказывает влия-

ние на процесс и принцип дальнейшей работы. ФИО рецензента раскрывается ответственным редактором в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в рукописи.

6. Редакция по электронной почте сообщает Автору результаты рецензирования.

7. Если рецензенты выносят заключение о возможности публикации статьи и не выносят значимых замечаний, то статья отдается эксперту по статистике и после положительного отчета, принимается в дальнейшую работу.

8. Если рецензенты выносят заключение о возможности публикации статьи и дают указания на необходимость ее исправления, то Редакция направляет Автору рецензии с предложением учесть рекомендации рецензентов при подготовке нового варианта статьи или аргументировано их опровергнуть. Переработанная Автором статья повторно направляется на рецензирование, и дается заключение, что все рекомендации рецензентов были учтены. После получения положительного ответа рецензентов, статья отдается эксперту по статистике и после положительного отчета, принимается в дальнейшую работу.

9. Если рецензенты выносят заключение о невозможности публикации статьи. Автору рецензируемой работы предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензий. В случае несогласия с мнением рецензентов Автор имеет право предоставить аргументированный ответ в Редакцию. Статья может быть направлена на повторное рецензирование, либо на согласование в редакционную коллегию. Главный редактор или ответственный редактор номера направляет свой ответ Автору.

10. Автор имеет право подать апелляцию на имя главного редактора в течение 30 дней с момента отклонения статьи в случае, если он не согласен с решением редакции и считает, что статья была отклонена несправедливо.

11. Все рукописи, прошедшие рецензирование и оценку эксперта по статистике представляются на рассмотрение редакционной коллегии, которая принимает решение о публикации. После принятия решения о допуске статьи к публикации Редакция вставляет публикацию статьи в план публикаций.

12. Решение о публикации рукописи принимается исключительно на основе ее значимости, оригинальности, ясности изложения и соответствия темы исследования направлению журнала. Отчеты об исследованиях, в которых получены отрицательные результаты или оспариваются положения ранее опубликованных статей, рассматриваются на общих основаниях.

13. Оригиналы рецензий хранятся в Редакции в течение 5-ти лет с момента публикации.

14. В случае принятия решения об отказе в публикации статьи, её архивная копия остаётся в электронной системе редакции, однако доступ к ней со стороны редакторов или рецензентов закрыт.

## СТЕНТ-ГРАФТЫ НА СИСТЕМЕ ДОСТАВКИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АНЕВРИЗМЫ БРЮШНОЙ АОРТЫ

- 1** Стандартные стент-графты для наиболее распространённых случаев аневризмы грудного и брюшного отделов аорты.
- 2** Комплексное решение для трудных клинических сценариев - лечение сложных поражений торако-абдоминального отдела аорты.
- 3** Применяется для лечения аневризмы бифуркации подвздошных артерий.
- 4** Полная индивидуализация для комплексного решения сверхсложных задач с индивидуальным подходом.



\* Один из подвидов продукции

### ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

**Raymed Trading Group**

ООО «РАЙМЕД ТТ ПВТ»

Россия, 141001,  
Московская область,  
Мытищинский район,  
г. Мытищи, ул. 1-я Вокзальная, д. 8  
тел./факс: +7 (495) 956-83-16  
info@raymed.ru www.raymed.ru

**Доставляются  
в Россию  
под индивидуальный  
заказ для пациентов**



## СОСУДИСТЫЕ СТЕНТ-ГРАФТЫ ДЛЯ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ АОРТЫ И ЕЁ ВЕТВЕЙ

**PET (дакрон)**  
Материал:

**Эластичная  
и растяжимая конструкция**  
Складчатая структура:

**Биологическое покрытие снижает  
кровотечение во время имплантации  
и не требует предварительной  
коагуляции**  
Покрытие:

**Оптимальная пористость обеспечивает  
врастание тканей и способствует  
физиологическому гемостазу**  
Технология производства:

**Облегчает формирование сосудистых  
анастомозов и предотвращает  
перекручивание протеза**  
Маркерная нить:



\* Подвиды  
продукции



\* Подвиды  
продукции

# PINION™ PDO

Материал шовный безузловой  
Мононить из полидиоксанона

Meril

Endo-Surgery

## Свойства

- 70 % исходного материала сохраняется в первые 14 дней
- 50%-60 % исходного материала сохраняется в первые 28 дней
- Затем происходит минимальное рассасывание примерно до 90 дней после имплантации
- Полное рассасывание обычно занимает 180–210 дней

## Преимущества

- Высокая изначальная прочность на растяжение
- Длительная поддержка закрытия раны
- Деликатное проникновение в ткани
- Минимальная тканевая реакция
- Насечки обеспечивают надежную фиксацию при каждом прохождении через толщу ткани
- Минимизация натяжения тканей благодаря безузловому сближению краев раны
- Якорные элементы фиксируются в ткани при каждом прохождении, что устраняет необходимость в дополнительной шовной фиксации

## Обзор продукта

Структура	: Мононить с насечками (однонаправленными и двунаправленными)
Цвет	: Фиолетовый
Химический состав	: Полидиоксанон
Размеры	: 0 - 3/0 Фарм. США
Тип рассасывания	: Гидролиз
Стерилизация	: Этиленоксидом



# PINION™

Новый уровень надежности с безузловым шовным материалом

Единая справочная служба  
**+7 (499) 236-90-80**



ФГБУ «НМИЦ ХИРУРГИИ  
ИМ. А.В. ВИШНЕВСКОГО»  
МИНЗДРАВА РОССИИ

## ОТДЕЛЕНИЕ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАЦИИ

В С Е П О Д К О Н Т Р О Л Е М

Отделение анестезиологии-реанимации НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневого – это 22 операционные и 30 реанимационных коек. Спектр анестезиологических пособий, проводимых сотрудниками отделения, крайне широкий. Это и анестезия с искусственным кровообращением при кардиохирургических вмешательствах и амбулаторная анестезиология при эндоскопических манипуляциях и пластических операциях. Анестезиологи НМИЦ хирургии владеют всеми необходимыми методиками, позволяющими безопасно оказывать анестезиологическое пособие на самом высоком методологическом уровне. Рутинными для НМИЦ хирургии являются методики кровесбережения, регионарного обезболивания, мультимодального мониторинга, в том числе и с применением инвазивного мониторинга центральной гемодинамики. Основным реанимационным направлением работы отделения является послеоперационное

ведение кардиохирургических пациентов и больных с патологией магистральных сосудов, пациентов с торако-абдоминальной и урологической патологией. Отдельным направлением, которым занимается НМИЦ хирургии, является лечение ран и ожоговой травмы. Ведение реанимационных пациентов с хирургическим сепсисом является также традиционным для НМИЦ хирургии. Отделение оснащено современным оборудованием, а реаниматологи в совершенстве владеют всеми необходимыми методами интенсивной терапии: мультимодальный мониторинг, респираторная терапия, механическая поддержка кровообращения, заместительная почечная терапия и т.д.

В состав отделения входят член-корреспондент РАН, 6 докторов медицинских наук и профессоров, 9 кандидатов медицинских наук и доцентов. Это создает благоприятную среду не только для проведения научных исследований с оформлением, в том числе, диссертационных работ, но и для полноценного обучения специалистов в ординатуре по специальности «Анестезиология и реаниматология».

# Сердечно-сосудистая хирургия

одно из приоритетных направлений деятельности Национального медицинского исследовательского центра хирургии им. А.В. Вишневого.

## ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ СПЕЦИАЛИСТОВ

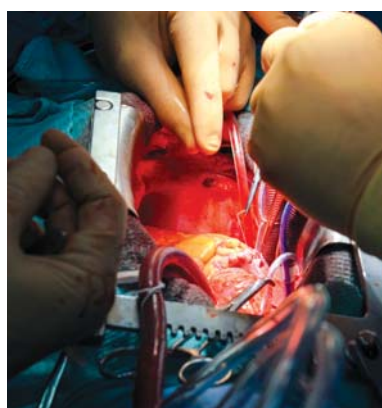
- Команда опытных кардиохирургов и кардиологов
- Постоянное повышение квалификации и участие в международных конференциях
- Использование самых передовых методов

## ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Минимально инвазивные, роботические неинвазивные технологии (Кибернож)
- 3D-моделирование и визуализация при подготовке к лечению и выполнению операции
- Широкий спектр рентгенэндоваскулярных операций с использованием современной визуализации

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД

- Комплексная диагностика
- Персонализированные планы лечения
- Реабилитационные программы



ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневого» Минздрава России – крупнейший научно-исследовательский медицинский центр и многопрофильное хирургическое учреждение в системе здравоохранения Российской Федерации, в том числе по профилю сердечно-сосудистой хирургии. Ведущие сердечно-сосудистые хирурги России работают в стенах нашего Центра используя, мультидисциплинарные и гибридные подходы для лечения заболеваний сердца и сосудов.

Центр оснащен передовыми медицинскими технологиями и новейшим оборудованием.

Специалисты аритмологического центра, под руководством генерального директора, академика РАН А.Ш. Ревиншвили успешно диагностируют и устраняют нарушения ритма сердца, включая синкопальные состояния, различные виды тахикардий и брадикардий, требующих установки электрокардиостимуляторов и кардиовертеров-дефибрилляторов. К профилю центра относится и лечение сердечной недостаточности, требующей имплантации ресинхронизирующей системы.

Весь спектр рентгенэндоваскулярных высокотехнологичных оперативных вмешательств у пациентов со структурной патологией сердца и сосудов, в том числе при поражениях коронарных артерий, периферических сосудов, заболеваниях клапанов сердца, сложных и сочетанных заболеваниях представлен в ведущем в стране отделе рентгенэндоваскулярной хирургии под руководством академика РАН Б.Г. Алеяна.

Отдел кардиохирургии, возглавляемый профессором Поповым В.А., используя прочные традиции Центра и передовые технологии, с успехом выполняет вмешательства при всех видах сложной кардиохирургической патологии, включая операции при нарушениях ритма, коронарное шунтирование, реконструктивные операции при клапанных пороках сердца, операции при заболеваниях грудной аорты и терминальной ХСН.

Отделение сосудистой хирургии, возглавляемое учеником академика А.В. Покровского профессором А.В. Чупиным, является одним из лидеров в нашей стране. Здесь представлены все направления хирургического лечения артериовенозной патологии любых локализаций, патологии аорты, ангиодисплазий.

Единая справочная служба  
**+7 (499) 236-90-80**

реклама