

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

# МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ

SCIENTIFIC AND PRACTICAL PUBLICATION  
MINIMALLY INVASIVE  
CARDIOVASCULAR SURGERY



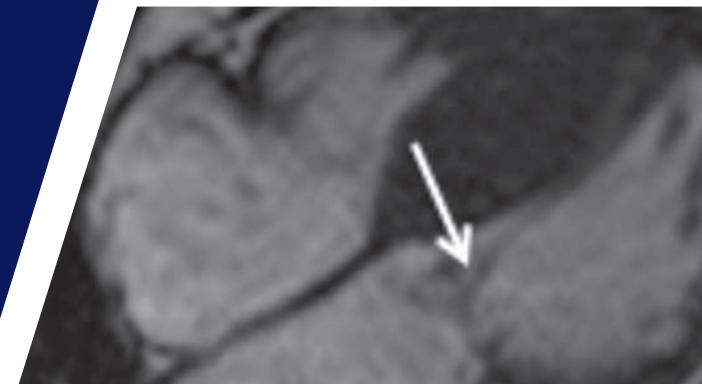
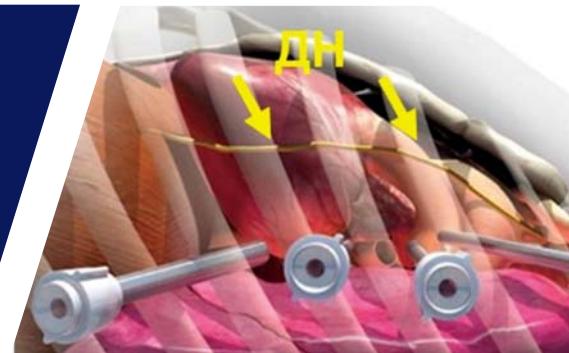
## В НОМЕРЕ:

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ АМПУТАЦИИ УШКА  
ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ  
ПРЕДСЕРДИЙ

АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-АНАТОМИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА  
МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ И  
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ  
ПРИ ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ

АНАЛИЗ ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА  
В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ  
С ИЗОЛИРОВАННЫМ ПОРОКОМ  
АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ДУГИ АОРТЫ  
ИЗ МИНИ J-СТЕРНОТОМИИ:  
КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ



том 1 №4 2025



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 Амирани Шотаевич Ревишвили



Включение в авторитетное  
экспертное сообщество



Участие в Рабочих группах по  
написанию клинических  
рекомендаций



Научная кооперація 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 1 №4 2025

---

scientific and practical journal  
**minimally invasive  
CARDIOVASCULAR SURGERY**

---

Volume 1 №4 2025

---

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

**Ревишили 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. Новосибирск

**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

**Светличков 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**

01.12.2025

**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

**Zhanov 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

**Olavianni 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

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

**HEAD OF EDITORIAL STAFF**

Zotova E.M.

**SCIENTIFIC EDITOR**

Popov V.A.

**TECH. EDITORS**

Totoraya 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**

01.12.2025

**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)

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ**

АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ	
О.Ю. Дарий, И.Ю. Барышникова, И.Я. Климчук, М.К. Санакоев, Е.В. Кондратьев, Л.А. Бокерия .....	8
МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЕ МНОГОСОСУДИСТОЕ КОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ – ОПЫТ ПЕРВЫХ ШЕСТИСОТ ОПЕРАЦИЙ (reprint)	
А.А. Зеньков, М.Н. Исаев, И.И. Чернов .....	18
АССОЦИАЦИЯ ВАРИАНТНОЙ АНАТОМИИ ДУГИ АОРТЫ С АОРТАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ (reprint)	
Б.Н. Козлов, Д.С. Панфилов, Е.А. Петракова .....	27
ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРФУЗИИ У КОМОРБИДНЫХ ПАЦИЕНТОВ (reprint)	
Р.А. Корнелюк, А.В. Гейзе, Г.П. Плотников, М.Н. Козлова, В.А. Попов, А.Ш. Ревишвили .....	33
ХИРУРГИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ ИЗ ПРАВОСТОРОННЕЙ МИНИТОРАКОТОМИИ: ОПЫТ ОДНОГО ЦЕНТРА	
А.В. Протопопов, Р.М. Шарифулин, А.В. Богачев-Прокофьев .....	43
АНАЛИЗ ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ИЗОЛИРОВАННЫМ ПОРОКОМ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА	
Ю.А. Шнейдер, В.Г. Цой, М.С. Фоменко, А.А. Павлов, П.А. Шиленко .....	50
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА «HEARTSTRING» ДЛЯ ПРОКСИМАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА У 1720 ПАЦИЕНТОВ ПРИ КОРОНАРНОМ ШУНТИРОВАНИИ НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ	
В.Н. Колесников, С.Т. Энгиноев, А.А. Зеньков, Г.М. Магомедов, Т.К. Рашидова, А. М.-С. Умаханова, Д.Б. Алероев, И.И. Чернов, А.Б. Гамзаев .....	58

**ОБЗОРЫ**

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ АМПУТАЦИИ УШКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ	
М. Кадырова, Е.Д. Стребкова, Е.В. Ялова, А.Ш. Ревишвили .....	68

**КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ДУГИ АОРТЫ ИЗ МИНИ J-СТЕРНОТОМИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ	
Р.Н. Комаров, М.И. Ткачёв, Е.М. Марухина, Н.Е. Казбан, А.О. Шумахова, А.М. Каракотова .....	80

<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</b> .....	87
----------------------------------	----

**ORIGINAL ARTICLES**

ANALYSIS OF STRUCTURAL AND ANATOMICAL FEATURES OF THE MITRAL VALVE USING COMPUTED TOMOGRAPHY AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN HYPERTROPHIC CARDIOMYOPATHY Olga Yu. Dariy, Irina Yu. Baryshnikova, Igor Ya. Klimchuk, Merab K. Sanakoev, Evgeny V. Kondratyev, Leo A. Bokeria .....	8
MINIMALLY INVASIVE MULTIVESSEL CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING: A SINGLE CENTER'S EXPERIENCE OF 600 CASES-reprint (reprint) Andrey A. Vedernikov .....	18
ASSOCIATION OF VARIANT AORTIC ARCH ANATOMY WITH AORTIC DISEASES (reprint) Boris N. Kozlov, Dmitri S. Panfilov, Elizaveta A. Petrakova .....	27
OPTIMIZING ORGAN PERFUSION IN COMORBID PATIENTS (reprint) Roman A. Kornelyuk, Anton V. Geyze, Georgy P. Plotnikov, Maria N. Kozlova, Vadim A. Popov, Amiran Sh. Revishvili .....	33
SURGERY OF THE ASCENDING AORTA VIA RIGHT MINITHORACOTOMY: SINGLE-CENTER EXPERIENCE Andrey V. Protopopov, Ravil M. Sharifulin, Alexander V. Bogachev-Prokophiev .....	43
LONG-TERM ANALYSIS OF DIFFERENTIATED APPROACH IN SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH ISOLATED AORTIC STENOSIS: RETROSPECTIVE STUDY Yuri A. Schneider, Victor G. Tsoi, Mikhail S. Fomenko, Alexander A. Pavlov, Pavel A. Shilenko .....	50
EXPERIENCE WITH THE USE OF THE HEARTSTRING DEVICE FOR PROXIMAL ANASTOMOSIS IN 1720 PATIENTS UNDERGOING OFF-PUMP CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING Vladimir N. Kolesnikov, Soslan T. Enginoev, Alexander A. Zenkov, Gasan M. Magomedov, Tamara K. Rashidova, Aminat M.-S. Umahanova, Deni B. Aleroev, Igor I. Chernov, Alisher B. Gamzaev .....	58
<b>REVIEWS</b>	
REOPERATIVE PLANNING OF THORACOSCOPIC AMPUTATION OF THE LEFT ATRIUM APPENDAGE IN ATRIAL FIBRILLATION Madina Kadyrova, Elizaveta D. Strebkova, Evgeniya V. Yalova, Amiran Sh. Revishvili .....	68
<b>CLINICAL OBSERVATIONS</b>	
AORTIC ARCH REPLACEMENT VIA MINI J-STERNOTOMY: A CLINICAL CASE Roman N. Komarov, Maxim I. Tkachev, Ekaterina M. Marukhina, Nikolay E. Kazban, Ariana O. Shumakhova, Almira M. Karakotova .....	80
<b>RULES FOR AUTHORS .....</b>	87

# Думай по-новому!

Комплексный подход

## 9 РЕШЕНИЙ для MICS



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)

реклама



инструменты для жизни

# ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ КАРДИОСОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ

МЯГКОСТЬ И БЕЗУПРЕЧНОСТЬ



ООО «МАЛКОВ® Медицинская Техника»  
РАЗРАБОТАНО И ПРОИЗВЕДЕНО В РОССИИ

+7 926 524 13 11, malkovmt.ru, info@malkovmt.ru

ПЛАНЕТА НОМЕР 13 В ТЕНТУРЕ, НАЛЕВО ОТ БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЫ, МОСКВА, МАЛКОВУ В.А.

реклама

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

## АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ

\*О.Ю. Дарий<sup>1</sup>, И.Ю. Барышникова<sup>2</sup>, И.Я. Климчук<sup>2</sup>, М.К. Санакоев<sup>2</sup>, Е.В. Кондратьев<sup>1</sup>, Л.А. Бокерия<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Дарий Ольга Юрьевна (Olga Yu. Dariy), e-mail: dariolyka@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

**Введение:** гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) является распространенным наследственным заболеванием миокарда. У значительной части пациентов с обструктивной формой ГКМП ключевой вклад в динамическую обструкцию выносящего тракта левого желудочка (ВОЛЖ) вносят аномалии папиллярных мышц (ПМ), а не только гипертрофия межжелудочковой перегородки (МЖП). Хирургическая реориентация ПМ представляет собой целенаправленный метод коррекции данной патологии.

**Цель:** комплексный анализ структурно-анатомических особенностей митрального клапана (МК) и подклапанного аппарата методами МСКТ-ангиографии и МРТ сердца у пациентов с обструктивной ГКМП для идентификации кандидатов на реориентацию ПМ и сравнение их характеристик и краткосрочных результатов с пациентами после стандартных хирургических процедур.

**Материалы и методы:** в проспективное одноцентровое исследование включено 102 пациента с обструктивной ГКМП, разделенных на группы: группа 1 (n=75/102) – пациенты с изолированной миэктомией; группа 2 (n=19/75) – пациенты из 1 группы с реориентацией ПМ и миэктомией. Группа 3 (n=27/102) – с миэктомией и пластикой/протезированием МК. Всем пациентам проводилось предоперационное обследование, включавшее ЭхоКГ, МСКТ-АГ и МРТ сердца с оценкой морфологии МК, ПМ и подклапанных структур.

**Результаты:** для пациентов группы 2 были характерны достоверно меньшая толщина МЖП ( $1,6 \pm 0,3$  см vs  $2,1 \pm 0,4$  см;  $p<0,001$ ), наличие бифидных ПМ (100% vs 21,7–38,5%;  $p<0,001$ ) и больший угол подвижности передне-латеральной ПМ ( $14,5^\circ \pm 2,0^\circ$  vs  $9,5^\circ \pm 2,5^\circ$ ;  $p<0,001$ ). ROC-анализ показал высокую прогностическую ценность, угол подвижности передне-латеральной ПМ  $>12,5^\circ$  (AUC=0,891) и наличие бифидных ПМ (AUC=0,892) для отбора кандидатов на реориентацию. Комбинация этих признаков обеспечивала чувствительность 95,5% и специфичность 88,5%. После операции в группе реориентации достигнут наиболее низкий градиент в ВОЛЖ ( $9,5 \pm 6,3$  мм рт. ст. vs  $15,2 \pm 8,5$ ;  $p=0,004$ ) при отсутствии необходимости в имплантации электрокардиостимулятора (0% vs 11,2%;  $p<0,05$ ).

**Выводы:** мультимодальная визуализация позволяет выделить специфический фенотип обструктивной ГКМП, при котором основной субстрат обструкции – аномалии ПМ. Реориентация ПМ является высокоэффективным и безопасным методом лечения у селекционированных пациентов, обеспечивающим устранение обструкции с низким риском осложнений.

**Ключевые слова:** гипертрофическая кардиомиопатия, обструкция выносящего тракта левого желудочка, папиллярные мышцы, реориентация папиллярных мышц, магнитно-резонансная томография сердца, мультиспиральная компьютерная томография сердца.

**Для цитирования.** О.Ю. Дарий, И.Ю. Барышникова, И.Я. Климчук, М.К. Санакоев, Е.В. Кондратьев, Л.А. Бокерия, «АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 8–17.

## ANALYSIS OF STRUCTURAL AND ANATOMICAL FEATURES OF THE MITRAL VALVE USING COMPUTED TOMOGRAPHY AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN HYPERTROPHIC CARDIOMYOPATHY

\*О.Ю. Дарий<sup>1</sup>, И.Ю. Барышникова<sup>2</sup>, И.Я. Климчук<sup>2</sup>, М.К. Санакоев<sup>2</sup>, Е.В. Кондратьев<sup>1</sup>, Л.А. Бокерия<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБИ «А.В. Вишневский Национальный медицинский исследовательский центр хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

<sup>2</sup>ФГБИ «А.Н. Бакулев Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

### ABSTRACT

**Introduction:** hypertrophic cardiomyopathy (HCM) is a common inherited myocardial disorder. In a significant proportion of patients with obstructive HCM, abnormalities of the papillary muscles (PM) are a key contributor to dynamic left ventricular outflow tract (LVOT) obstruction, beyond septal hypertrophy alone. Surgical papillary muscle reorientation is a targeted method for correcting this pathology.

**Aim:** to perform a comprehensive analysis of the structural and anatomical features of the mitral valve (MV) and subvalvular apparatus using cardiac CTA and MRI in patients with obstructive HCM to identify candidates for PM reorientation and to compare their characteristics and short-term outcomes with patients undergoing standard surgical procedures.

**Materials and methods:** a prospective single-center study included 102 patients with obstructive HCM, divided into groups: Group 1 (n=75/102) – patients undergoing isolated myectomy; within this group, a subgroup, Group 2 (n=19/75) – underwent concomitant PM reorientation in addition to myectomy; Group 3 (n=27/102) – patients undergoing myectomy with MV repair/replacement. All patients underwent preoperative evaluation, including echocardiography, CTA, and MRI, to assess MV, PM, and subvalvular apparatus morphology.

**Results:** patients in Group 2 were characterized by significantly lower basal septal thickness ( $1.6 \pm 0.3$  cm vs.  $2.1 \pm 0.4$  cm;  $p<0.001$ ), the presence of bifid PMs (100% vs. 21.7–38.5%;  $p<0.001$ ), and a greater anterolateral PM mobility angle ( $14.5^\circ \pm 2.0^\circ$  vs.  $9.5^\circ \pm 2.5^\circ$ ;  $p<0.001$ ). ROC analysis showed high predictive value for an anterolateral PM mobility angle  $>12.5^\circ$  (AUC=0.891) and the presence of bifid PMs (AUC=0.892) in selecting candidates for reorientation. The combination of these features provided a sensitivity of 95.5% and specificity of 88.5%. Postoperatively, the reorientation group achieved the lowest LVOT gradient ( $9.5 \pm 6.3$  mm Hg vs.  $15.2 \pm 8.5$ ;  $p=0.004$ ) with no need for permanent pacemaker implantation (0% vs. 11.2%;  $p<0.05$ ).

**Conclusions:** multimodal imaging identifies a specific phenotype of obstructive HCM where PM abnormalities are the primary substrate for LVOT obstruction. PM reorientation is an effective and safe surgical treatment for selected patients, relieving obstruction with a low risk of complications.

**Keywords:** hypertrophic cardiomyopathy, left ventricular outflow tract obstruction, papillary muscles, papillary muscle reorientation, cardiac magnetic resonance imaging, cardiac computed tomography.

## ВВЕДЕНИЕ

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) — наиболее распространённое наследственное заболевание миокарда, характеризующееся выраженной клинической и морфологической гетерогенностью. В популяционных эхокардиографических исследованиях её распространенность оценивается приблизительно как 1:500, что соответствует 0,2% населения (Maron, 2002). При использовании более чувствительных методов визуализации и генетического тестирования реальная частота может достигать 0,6% (Но, 2015).

Существенная часть случаев ГКМП остаётся недиагностированной, особенно при малосимптомном течении. Так, данные крупных когортных исследований (UK Biobank) показали, что магнитно-резонансная томография позволяет выявлять скрытые формы заболевания у пациентов без клинического диагноза (Lopes, 2021). Обструктивная форма ГКМП ассоциирована с клинически значимыми осложнениями — стенокардией, обмороками, желудочковыми аритмиями, прогрессированием сердечной недостаточности (Elliott, 2014; Ommen, 2020). Несмотря на относительную «редкость» в общей популяции, именно обструктивный вариант заболевания несёт наибольшее бремя для системы здравоохранения (O'Mahony, 2014).

Одним из ключевых патофизиологических механизмов, определяющих симптоматику ГКМП и прогноз у значительной части пациентов, является динамическая обструкция выходного тракта левого желудочка (ВОЛЖ). Исторически сложившимся золотым стандартом хирургического лечения медикаментозно-рефрактерной обструктивной ГКМП является септальная миэктомия, часто в комбинации с вмешательствами на митральном клапане (МК) при сопутствующей его патологии. Традиционно основным механизмом обструкции считается систолическое переднее движение (SAM-синдром) передней створки МК (ПМС) и сужение ВОЛЖ. Однако с развитием методов высокоразрешающей визуализации, в частности магнитно-резонансной томографии (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии-ангиографии (МСКТ-АГ), стало очевидно, что аномалии папиллярных мышц (ПМ) и подклапанного аппарата вносят самостоятельный и зачастую ключевой вклад в генез динамической обструкции (Дарий, 2024). У части пациентов с ГКМП выявляются гипермобильные, раздвоенные (бифидные - наличием нескольких головок, отходящих от одного тела)

ПМ, которые в систолу приближаются к межжелудочковой перегородке (МЖП), непосредственно участвуя в создании обструкции и провоцируя SAM-синдром.

Это наблюдение привело к необходимости разработки адресных хирургических подходов, направленных на коррекцию именно этой анатомической субстраты. Одним из таких методов является реориентация ПМ – хирургическая техника, заключающаяся в смещении и фиксации гипермобильных головок ПМ с целью устранения их вклада в обструкцию ВОЛЖ. Данный подход может быть особенно актуален для пациентов со значительной обструкцией, но без выраженной гипертрофии базальных отделов МЖП, когда выполнение обширной миэктомии сопряжено с повышенным риском или малоэффективно. Целью настоящего исследования явился комплексный анализ структурно-анатомических особенностей МК и подклапанного аппарата методами МСКТ-АГ и МРТ сердца у пациентов с ГКМП для идентификации кандидатов на хирургическую реориентацию ПМ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования и пациенты

В проспективное одноцентровое когортное исследование было включено 102 пациента с обструктивной ГКМП, направленных на хирургическое лечение в период с января 2012 г. по октябрь 2018 г. Критериями включения были: верифицированный диагноз ГКМП согласно действующим рекомендациям, наличие симптомной динамической обструкции ВОЛЖ (градиент  $> 30$  мм рт.ст. в покое или приprovокации), рефрактерность к максимально переносимой медикаментозной терапии. Критериями исключения являлись сопутствующие значительные пороки сердца (например, аортальный стеноз), требующие сложных сочетанных процедур, возраст моложе 14 лет, а также противопоказания к проведению МСКТ-АГ или МРТ. Всем пациентам выполнено хирургическое лечение кардиомиопатии в объеме миэктомии и реконструкции или замены митрального клапана, вмешательства на подклапанных структурах.

На основании комплексного предоперационного обследования, включавшего эхокардиографию (ЭхоКГ), МСКТ-АГ и МРТ сердца, все пациенты были разделены на три группы в зависимости от выполненного хирургического вмешательства:

- Группа 1 (n=75/102) это пациенты, перенесшие изолированную септальную миэктомию.
- Группа 2 (n=19/75) пациенты из 1 группы, перенесшие в дополнение к миэктомии реориентацию ПМ.
- Группа 3 (n=27/102) составили пациенты, перенесшие миэктомию в сочетании с пластикой или протезированием МК. Критериями для включения во 2 группу были:
  - 1) признаки включения ПМ в обструкцию ВОЛЖ, наличие бифидных и гипермобильных ПМ по данным мультимодальной визуализации;
  - 2) окончательное решение, принятое во время интраоперационной ревизии.

Общий дизайн исследования представлен на **рисунке 1**.

#### Протоколы визуализации

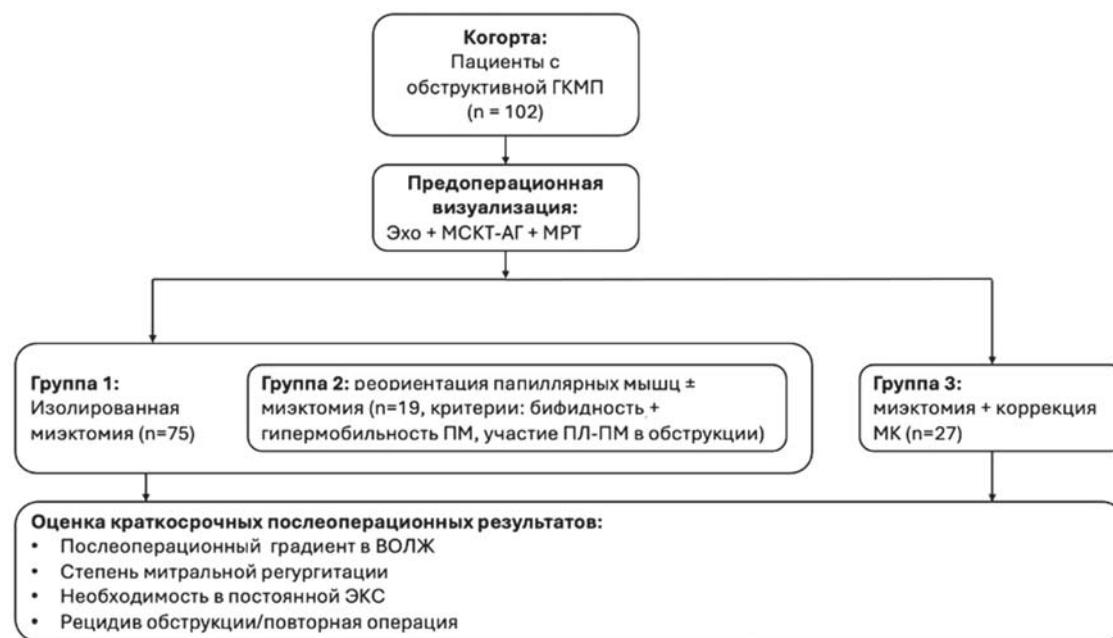
Мультиспиральная компьютерная томография-ангиография сердца проводилась с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией. Конtrастное усиление осуществлялось двуфазным болясным введением неионного йодсодержащего контрастного вещества (Омникан, Йопамидол) из расчета 1,5 мл/кг массы тела с использованием автоматического инжектора. Первая фаза введения составляла 80% от общего объема со скоростью 5 мл/с, вторая фаза (20% объема + физиологический раствор) – со скоростью 3 мл/с. Для определения времени начала сканирования использовался автоматический боляс-трекинг с пороговым значением 90 HU в полости левого предсердия. Толщина реконструкции изображений составляла 0,9-1,0 мм. Магнитно-резонансная томография сердца выполнялась на магнитно-резонансных томографах 3.0 Тл и 1.5 Тл с использованием кардиоваскулярных катушек и ЭКГ-синхронизации. Стандартный протокол включал: кино-последовательности в режиме steady-state free precession

(SSFP, TrueFISP) в 2-камерной, 4-камерной, 3-камерной (по длинной оси ЛЖ) проекциях и стека срезов по короткой оси ЛЖ (12-14 срезов, толщина 8 мм) для оценки глобальной и региональной функции желудочков. Модифицированный протокол для оценки ПМ включал дополнительную кино-последовательность в преобразованной 2-камерной проекции ЛЖ, перпендикулярной головкам ПМ (3 среза, толщина 4 мм). T1-картирование по методике MOLLI (modified look-locker inversion-recovery) до и через 15 минут после введения контраста для оценки нативного T1-времени и внеклеточного объема (ECV). Оценка фиброза миокарда проводилась с помощью последовательности Phase-Sensitive Inversion-Recovery (PSIR) с отсроченным контрастированием через 10-15 минут после введения гадолиний-содержащего контрастного препарата (Гадовист, Гадобутрол) в дозе 0,2 ммоль/кг. Время инверсии (TI) подбиралось индивидуально с использованием T1-scout.

При анализе изображений МСКТ-АГ и МРТ оценивались следующие параметры: морфометрия ЛЖ и МЖП: толщина МЖП и задней стенки ЛЖ (ЗСЛЖ) в диастолу, конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ, фракция выброса (ФВ) ЛЖ, масса миокарда ЛЖ.

Морфология МК: диаметр фиброзного кольца (ФК) МК в 4-камерной и 2-камерной проекциях, длина ПМС и ЗМС, площадь открытия ФК МК. Морфология подклапанного аппарата: количество головок передне-латеральной (ПЛ-ПМ) и задне-медиальной (ЗМ-ПМ) ПМ, толщина (ширина и высота) головок ПМ, угол подвижности ПЛ-ПМ, измеряемый как угол между диастолическим и систолическим положением длинной оси ПМ относительно фиброзного кольца МК.

Кроме того, тип морфологического строения хордального аппарата:



**Рис. 1.** Дизайн исследования.

**Fig. 1.** Study Design.

- I – неразделенные ПМ;
  - II – «разделенный» тип с 2 головками;
  - III – деление на множественные головки с атипичным креплением;
  - IV – комплекс ПМ с поэтапным расхождением головок.
- А также, наличие и место прикрепления аномальных ПМ и дополнительных трабекул (к МЖП, ФК МК, основанию ПМС). Оценка ВОЛЖ проводилась в измерении диаметра и площади отдела в систолу и диастолу по 3-камерной проекции и в плоскости поперечного сечения. ПМ считались гипермобильными при наличии всех критериев:
- 1) чрезмерное систолическое движение;
  - 2) близкое расположение к МЖП в позднюю систолу;
  - 3) наличие сопутствующего SAM-синдрома.

#### *Хирургическая техника*

Все хирургические вмешательства выполнялись после мультидисциплинарного консенсуса на основе данных предоперационной визуализации. В зависимости от анатомического субстрата применялись различные доступы: трансаортальный доступ для изолированной миэктомии, комбинированный доступ через левое предсердие при необходимости пластики МК и дополнительный доступ через правый желудочек по методике Л.А. Бокерии в случаях сложной подклапанной анатомии.

Техника реориентации ПМ модифицировалась в зависимости от доступа. При трансаортальном подходе после миэктомии накладывались матрацные швы 3/0 с прокладками через фиброзные участки головок бифидных ПМ. При комбинированном доступе использовалась мето-

дика с реимплантацией ПМ через правый желудочек, позволяющая выполнить более радикальную репозицию мышц. Степень натяжения швов определялась интраоперационно под контролем чрезпищеводной ЭхоКГ с проведением пробы с изопротеренолом. Критериями эффективности считалось устранение SAM-синдрома, снижение градиента в ВОЛЖ ниже 30 мм рт.ст. и отсутствие значимой митральной регургитации.

Применение различных хирургических доступов позволило индивидуализировать тактику вмешательства и добиться оптимальных гемодинамических результатов при минимальном риске повреждения проводящей системы сердца.

#### **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения Statistica 13.0 (TIBCO Software Inc.) и MedCalc 19.0.7. Проверка распределения количественных переменных на нормальность осуществлялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Данные представлены в виде  $M \pm SD$  для нормально распределенных переменных и в виде медианы ( $Me$ ) с интерквартильным размахом [Q25; Q75] для переменных с распределением, отличным от нормального. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных и относительных частот ( $n, \%$ ).

Для сравнения количественных показателей между двумя независимыми группами использовался  $t$ -критерий Стьюдента (для нормального распределения) или  $U$ -критерий Манна-Уитни (для ненормального распределения). Для сравнения трех и более независимых групп

**Таблица 1. Базовые клинико-демографические и эхокардиографические характеристики пациентов**

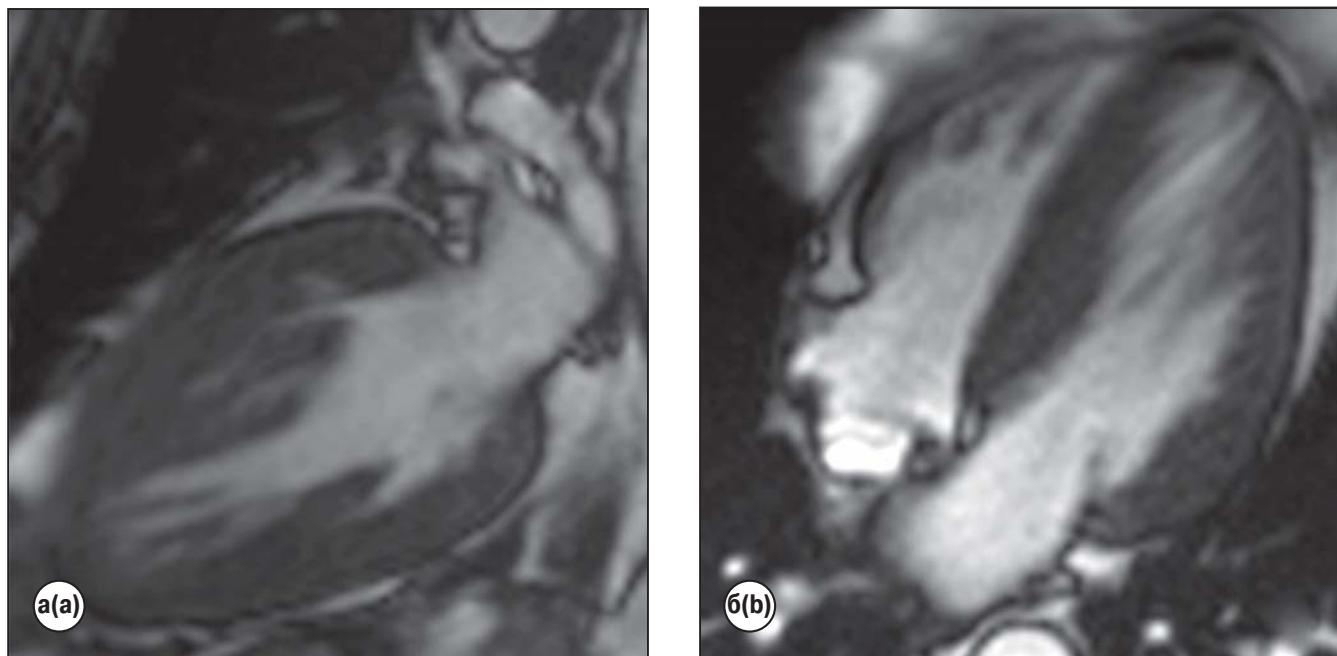
Table 1. Baseline clinical, demographic and echocardiographic characteristics of the patients

Параметр/Parametr	Группа 1/ Group 1 (n=75)	Группа 2/ Group 2 (n=19/75)	Группа 3 /Group 3 (n=27)	p-value
Возраст, лет/ Age, years	53 ± 15	49 ± 18	58 ± 14	p=0,03 (Гр.2 < Гр.3)
Мужской пол/male, n (%)	75 (52,4%)	16 (72,7%)	18 (46,2%)	p=0,09
Вес, кг/ weight,kg	76,5 ± 15,1	75,6 ± 13,8	74,2 ± 15,0	p=0,75
Рост, см/ height, cm	167,9 ± 10,6	170,8 ± 8,1	163,0 ± 10,2	p<0,01 (Гр.2 > Гр.3)
ИМТ/ BSA, м <sup>2</sup>	1,8 ± 0,2	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2	p=0,08
NYHA класс III-IV, n (%)	143 (100%)	22 (100%)	39 (100%)	p=1,0
Фибрилляция предсердий/ Atrial fibrillation, n (%)	25 (17,5%)	2 (9,1%)	12 (30,8%)	<b>p=0,04</b>
Макс. градиент в ВОЛЖ, мм рт.ст./ Max. gradient in the LVOT, mm Hg	122 ± 38	124 ± 36	118 ± 42	p=0,08
Толщина МЖП, см/ Thickness of the interventricular septum, cm	2,1 ± 0,4	1,6 ± 0,3*	2,0 ± 0,3	p<0,001 (Гр.2 < Гр.1, Гр.3)
Степень митральной регургитации (ЭхоКГ) >2+/ Degree of mitral regurgitation (EchoCG) >2+, n (%)	37 (25,9%)	8 (36,4%)	39 (100%)	p<0,001
Наличие SAM-синдрома/ SAM syndrome, n (%)	143 (100%)	22 (100%)	39 (100%)	p=1,0

**Примечание:** \* – у 11 пациентов в группе 3 толщина МЖП < 1,5 см; BSA – площадь поверхности.

NYHA – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация.

**Note:** BSA – body mass index; SAM – systolic anterior motion.



**Рис. 2.** Пример фенотипического варианта обструктивной ГКМП по данным МРТ: а – 4-х камерная проекция сердца, б – 2-х камерная проекция.

**Fig. 2.** An example of a obstructive hypertrophic cardiomyopathy diffuse-septal phenotype on cardiac MRI: a - 4-chamber view of the heart, b - 2-chamber view of the heart.

**Таблица 2. Сравнительный анализ морфологии МК и подклапанных структур по данным МСКТ-АГ и МРТ**

**Table 2. Comparative analysis of mitral valve and subvalvular apparatus morphology by CTA and MRI**

Параметр/Parametr	Группа 1/ Group 1 (n=75)	Группа 2/ Group 2 (n=19/75)	Группа 3 / Group 3(n=27)	p-value
Длина ПМС, мм/ PMS length, mm	27,9 ± 2,4	30,2 ± 2,8	29,3 ± 3,6	<0,05 (гр.2 > гр.1 и гр.3)
Наличие бифидных ПМ/ Presence of bifid PM, n (%)	31 (21,7%)	22 (100%)	15 (38,5%)	<0,001
Угол подвижности ПЛ-ПМ/ Angle of mobility of PL-PM, °	9,5 ± 2,5	14,5 ± 2,0	11,0 ± 2,8	<0,001 (гр.2 > гр.1, гр.3)
Толщина головки ПЛ-ПМ/ Thickness of the PL-PM head, mm	10,8 ± 2,9	13,2 ± 3,5	11,5 ± 3,1	<0,05 (гр.2 > гр.1)
Наличие аномальной ПМ, прикрепленной к МЖП/ФК/ Presence of abnormal PM attached to the IVS/FR, n (%)	25 (17,5%)	18 (81,8%)	12 (30,8%)	<0,001
Морфологический тип хордального аппарата (III-IV тип)/ Morphological type of the chordal apparatus (III-IV type)/, n (%)	65 (45,5%)	20 (90,9%)	25 (64,1%)	<0,001
Количество головок ПЛ-ПМ/ Number of PL-PM heads	2 ± 1	3 ± 2	3 ± 1	<0,05 (гр.3 > гр.1)
Площадь ВОЛЖ/ LVOT area, см <sup>2</sup>	2,8 ± 0,6	2,9 ± 0,5	2,7 ± 0,5	<0,001

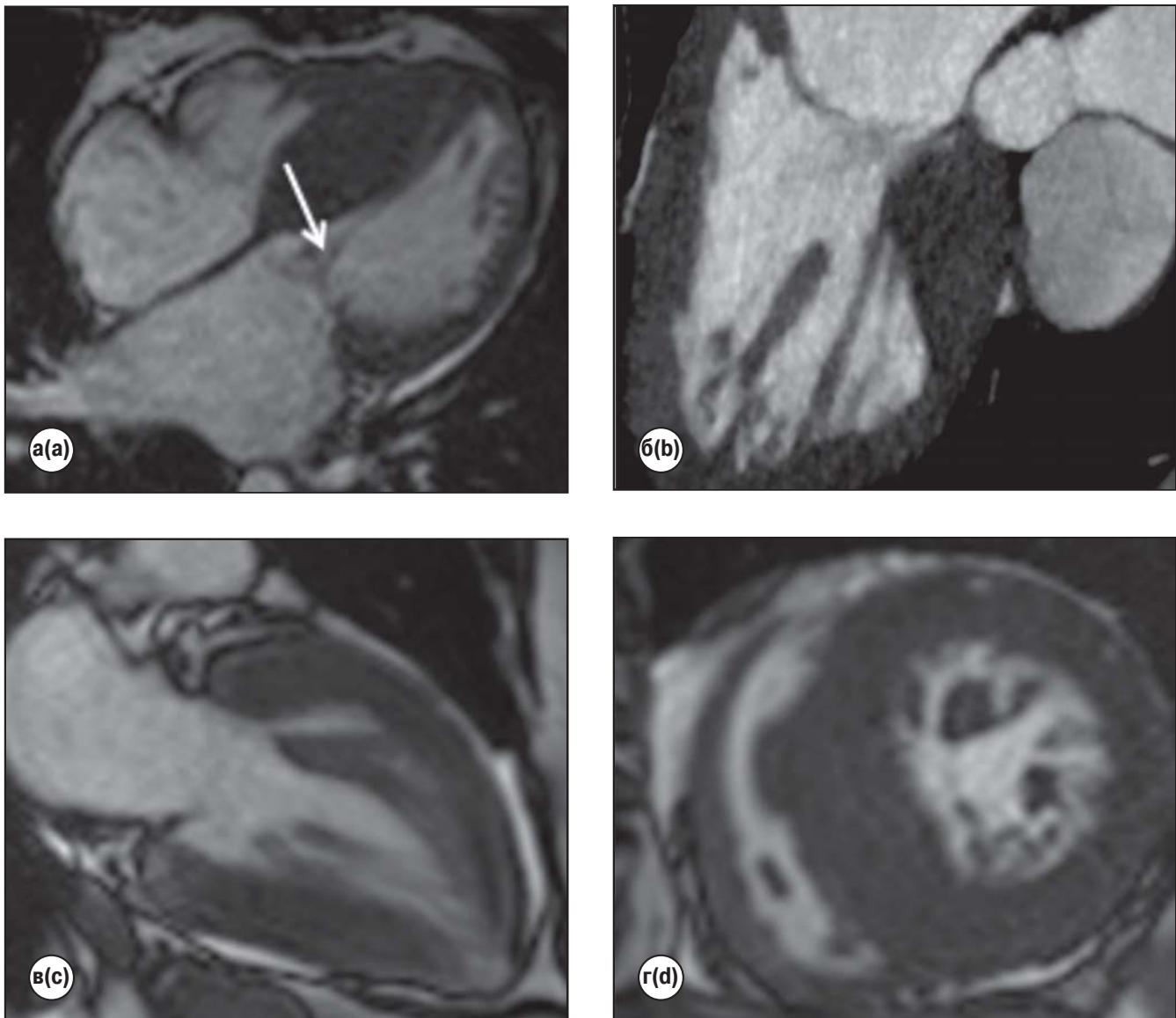
**Примечание:** \* – ПМС – передняя митральная створка; ПЛ-ПМ – передне-латеральная папиллярная мышца\*; бифидные папиллярные мышцы – мышцы с монолитным основанием, несколькими брюшками и верхушками.

**Note:** PL-PM - anterolateral papillary muscle; IVS- interventricular septum; FR- fibrosum ring; LVOT- left ventricular outflow tract.

применялся дисперсионный анализ (ANOVA) с пост-хок тестом Тьюки или критерий Краскела-Уоллиса с попарными сравнениями. Для сравнения категориальных переменных использовался критерий  $\chi^2$  Пирсона или точный критерий Фишера.

Корреляционный анализ проводился с вычислением коэффициента корреляции Спирмена (Rs). Для оценки

диагностической ценности количественных параметров в прогнозировании необходимости реориентации ПМ использовался ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic analysis) с расчетом площади под кривой (AUC), оптимальной точки отсечения (cut-off), чувствительности и специфичности. За уровень статистической значимости принималось значение  $p < 0,05$ .



**Рис. 3.** Примеры морфологического строения митрального клапана. III типа:

*a – 4-х камерная проекция сердца;*

*б – 2-х камерная проекция сердца.*

*IV типа:*

*в – 4-х камерная проекция сердца;*

*г – короткая ось сердца.*

**Fig. 3.** Examples of mitral valve morphological types.  
type III morphology:

*a – 4-chamber view of the heart;*

*b – 2-chamber view of the heart.*

Type IV morphology:

*c – 4-chamber view;*

*d – short-axis view.*

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Базовые характеристики пациентов

Как представлено в **таблице 1**, достоверных различий между группами по возрасту, полу, антропометрическим данным и функциональному классу NYHA выявлено не

было. Все пациенты были высоко симптомными, с градиентом в ВОЛЖ  $> 50$  мм рт.ст. У пациентов наблюдались различные фенотипические варианты ГКМП (**рис. 2**). Ключевым отличием группы 2 была достоверно меньшая толщина базального отдела МЖП по сравнению с группами 1 и 3 ( $1,6 \pm 0,3$  см против  $2,1 \pm 0,4$  см и  $2,0 \pm 0,3$  см соответственно,  $p < 0,001$ ), при том что максимальный градиент обструкции был сопоставим между всеми группами. У 11 пациентов (50%) в группе 2 толщина МЖП составляла менее 1,5 см.

Детальный анализ данных визуализации выявил фундаментальные различия в анатомии подклапанного аппарата между группой реориентации ПМ и группами стандартной хирургии (**табл. 2**).

Для пациентов группы 2 были характерны достоверно большая длина ПМС, высокая частота бифидных ПМ и гипермобильность ПМ. Угол подвижности ПЛ-ПМ в группе 2 был достоверно выше ( $14,5^\circ \pm 2,0^\circ$ ), чем в группе 1 ( $9,5^\circ \pm 2,5^\circ$ ) и группе 3 ( $11,0^\circ \pm 2,8^\circ$ ). Толщина головок

**Таблица 3. ROC-анализ предикторов необходимости реориентации ПМ**

Table 3. ROC Analysis of predictors for the need of papillary muscle reorientation

Параметр	AUC	Std. Error	p-value	Cut-off	Чувствительность, %	Специфичность, %
Угол подвижности ПЛ-ПМ/ Angle of mobility of PL-PM, °	0,891	0,042	<0,0001	>12,5°	86,4	84,6
Наличие бифидных ПМ/ Presence of bifid PM	0,892	0,039	<0,0001	-	100,0	79,1
Длина ПМС, мм/ PMS length, mm	0,712	0,065	0,002	>29 мм	72,7	65,4
Толщина МЖП, см / Thickness IVS, mm	0,815	0,050	<0,0001	<1,8 см	81,8	75,8

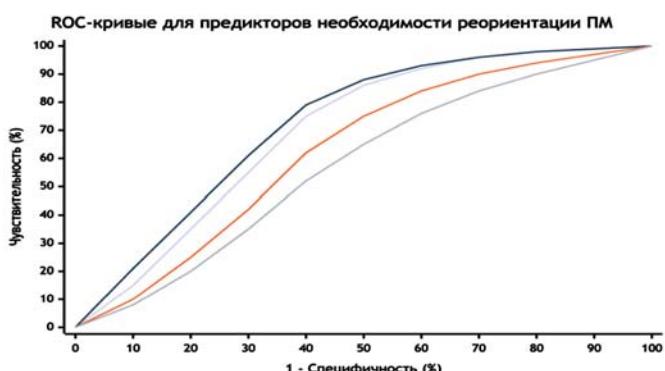
**Таблица 4. Сравнительная эффективность хирургических методов**

Table 4. Comparative effectiveness of surgical methods

Параметр/Parameter	Группа 1/ Group 1 (n=75)	Группа 2/ Group 2 (n=19/75)	Группа 3 / Group 3(n=27)	p-value
Послеоп. градиент в ВОЛЖ, мм рт.ст./ Postoperative gradient in the LVOT, mm Hg/	15,2 ± 8,5	9,5 ± 6,3	12,8 ± 7,1	p = 0,004
Степень МР >2+ при выписке/ MR grade >2+ at discharge , n (%)	12 (8,4%)	1 (4,5%)	3 (7,7%)	p = 0,82
Необходимость в постоянной ЭКС/ Permanent pacemaker, n (%)	16 (11,2%)	0 (0%)	5 (12,8%)	p = 0,049
Рецидив обструкции/повторная операция/ Recurrent obstruction/reoperation , n (%)	2 (1,4%)	1 (4,5%)	1 (2,6%)	p = 0,61

**Примечание:** ВОЛЖ – выводной отдел левого желудочка; МР – митральная регургитация; ЭКС- электрокардиостимулятор.

**Note:** LVOT- left ventricular outflow tract; MR – mitral regurgitation.



**Рис. 4.** ROC-кривые для предикторов необходимости хирургической реориентации папиллярных мышц у пациентов с обструктивной ГКМП.

**Примечание:** синяя линия - угол ПЛ-ПМ, красная линия - бифидные ПМ, зеленая линия - длина ПМС, оранжевая линия - толщина МЖП проекция сердца.

**Fig. 4.** ROC curves for predictors of the need for surgical papillary muscle reorientation in patients with obstructive HCM.

**Note:** Graph legend: blue line – AL-PM angle, red line – bifid PM, green line – AML length, orange line – IVS thickness.

ПЛ-ПМ была наибольшей в группе 2. Подавляющее большинство пациентов группы 2 (n=90,9%) имели III или IV тип строения хордального аппарата, характеризующийся множественными головками и атипичными креплениями (рис. 3). Аномальные ПМ, прикрепляющиеся непосредственно к МЖП или ФК МК, были выявлены у 81,8% пациентов группы 2, что значительно превышало частоту в других группах. При этом параметры самого ВОЛЖ (диаметр и площадь) не различались между группами.

Корреляционный анализ выявил достоверную прямую связь средней силы между углом подвижности ПЛ-ПМ и максимальным градиентом в ВОЛЖ во всей когорте ( $Rs = 0,52$ ,  $p < 0,01$ ). Обратная корреляция слабой силы была выявлена между толщиной МЖП и углом подвижности ПЛ-ПМ ( $Rs = -0,32$ ,  $p < 0,05$ ), что подтверждало, что у пациентов с более тонкой перегородкой вклад гипермобильных ПМ в обструкцию был более значимым.

Для определения диагностической ценности параметров визуализации в прогнозировании необходимости реориентации ПМ был проведен ROC-анализ (табл. 3, рис. 1).

На рисунке 4 представлены ROC-кривые для основных предикторов необходимости реориентации ПМ.

Наибольшей прогностической ценностью для отбора кандидатов на операцию реориентации папиллярных мышц обладают наличие бифидных ПМ и угол подвижности ПЛ-ПМ  $> 12,5^\circ$ , что подтверждается наибольшими значениями площади под ROC-кривой ( $AUC = 0,89$ ). Комбинация этих двух признаков позволяла идентифицировать пациентов с чувствительностью 95,5% и специфичностью 88,5%.

#### Краткосрочные послеоперационные результаты

Не было зарегистрировано интраоперационной или госпитальной летальности во всех трех группах. Не было значимых различий в длительности пребывания в стационаре и отделении интенсивной терапии. Послеоперационные градиенты в ВОЛЖ были значимо снижены во всех группах (табл. 4).

Наблюдается статистически значимое различие между группами в послеоперационном градиенте в эффективности в устранении обструкции ( $p=0,004$ ). Парные сравнения

показывают, что это различие в основном обеспечивается за счет группы 2, у которой градиент был достоверно ниже, чем в группе 1 ( $p=0,002$ ). Это свидетельствует о высокой эффективности метода реориентации ПМ. Важным наблюдением было отсутствие необходимости в имплантации постоянного электрокардиостимулятора (ЭКС) в группе 2 (0%), тогда как в группах 1 и 3 частота этого осложнения составляла 11,2% и 12,8% соответственно ( $p<0,05$ ). У одного пациента в группе 2 в раннем послеоперационном периоде отмечался рецидив обструкции вследствие несостоительности швов на ПМ, потребовавший повторного вмешательства (протезирования МК). Не было выявлено значимых различий между группами по частоте значимой митральной регургитации (МР) на выписке ( $p=0,82$ ) и по риску рецидива обструкции/повторной операции ( $p=0,61$ ). Все три метода в равной степени эффективно устраниют МР, вызванную SAM-синдромом. Ранний риск рецидива обструкции является низким и сопоставимым во всех группах, несмотря на один случай в группе 2, связанный с технической причиной (несостоительность швов).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Наше исследование демонстрирует, что современные методы визуализации, в частности МРТ сердца с модифицированным протоколом, позволяют идентифицировать отчетливый подтип пациентов с обструктивной ГКМП, у которых ведущим механизмом обструкции является не гипертрофия МЖП, а комплекс аномалий подклапанного аппарата МК. Ключевыми характеристиками этого фенотипа являются бифидные, гипермобильные ПМ с увеличенным углом подвижности, часто в сочетании с удлинением ПМС и сложной архитектоникой хордального аппарата. Апроксимация ПМ показана при выраженному латеральном или аномальном смещении их головок, а также при наличии гипермобильности, приводящей к переднему смещению створок митрального клапана и провоцирующей SAM-феномен. Объём сведения (полный или частичный) определяется по степени ремоделирования левого желудочка и выраженности фиброзных изменений в основании ПМ.

Термин «бифидная» (от лат. *bifidus* — «раздвоенный») обозначает ПМ, имеющую две головки, исходящие из единого основания или короткого общего ствола. Чаще встречается заднемедиальная (задняя) папиллярная мышца, имеющая бифидную конфигурацию. Две её головки могут: отходить из общего основания, но расходиться в средней и верхней трети, либо быть разделёнными почти до основания, но соединёнными тонким мышечным мостиком. Каждая головка несёт собственный пучок хорд, прикрепляющихся к соответствующим сегментам створок митрального клапана (чаще к медиальной и центральной частям задней створки).

При гипертрофической обструктивной кардиомиопатии (ГОКМП) бифидная конфигурация может способствовать смещению одной из головок к межжелудочковой перего-

родке. Это усиливает систолическое переднее движение (SAM) створок и может участвовать в формировании обструкции выносящего тракта ЛЖ. Кроме того, при выраженной гипертрофии латеральных стенок или септальной асимметрии может изменяться вектор натяжения хорд, что делает бифидную ПМ важной мишенью для реконструкции. При наличии бифидной задней ПМ хирург стремится: идентифицировать обе головки, оценить их подвижность и ориентацию относительно оси ЛЖ, при необходимости выполнить реориентацию или апроксимацию головок, чтобы уменьшить её гипермобильность и исключить вовлечение хорд в поток крови из ВОЛЖ. Полученные нами данные полностью согласуются с работами последних лет, в которых подчеркивается роль аномалий ПМ в патофизиологии ГКМП. Kwon D.H. et al. (2010) также показали, что аномалии ПМ, в частности их переднее смещение и гипермобильность, ассоциированы с обструкцией ВОЛЖ независимо от толщины МЖП. В нашем исследовании мы не только подтвердили эти наблюдения, но и количественно оценили угол подвижности ПМ как высокоинформативный диагностический маркер ( $AUC=0.891$ ). Harrigan C.J. и соавт. (2008) ранее описывали различные морфологические варианты ПМ при ГКМП, а Patel P. и соавт. (2015) напрямую связывали аномалии ПМ с сохранением обструкции после миэктомии. Наши данные о преобладании сложных (III-IV) типов хордального аппарата у пациентов, потребовавших реориентации ПМ, дополняют эти исследования.

Клиническая значимость идентификации этого фенотипа заключается в возможности выбора патогенетически обоснованного метода лечения. У пациентов с выраженной обструкцией, но без значительной гипертрофии МЖП, выполнение обширной миэктомии может быть technically сложным, сопряжено с риском ятрогенного дефекта МЖП и не всегда полностью устраняет обструкцию, если ее первичный субстрат — ПМ. Реориентация ПМ, направленная на устранение их гипермобильности и смещение от ВОЛЖ, представляется логичной альтернативой. Наши краткосрочные результаты подтверждают эффективность этого подхода: послеоперационный градиент в группе 2 был самым низким, а частота имплантации ЭКС — нулевой, что, вероятно, связано с меньшим объемом вмешательства на МЖП.

Важным практическим выводом является разработка диагностических критериев на основе визуализации. Комбинация двух признаков — наличие бифидных ПМ и угол подвижности ПЛ-ПМ  $>12,5^\circ$  — с высокой точностью позволяет отобрать кандидатов на реориентацию ПМ. Эти параметры должны активно использоваться в предоперационном планировании.

Ограничения исследования включают его одноцентровый дизайн и относительно небольшой размер группы 2, что обусловлено редкостью данного конкретного фенотипа. Для оценки отдаленных результатов, включая частоту рецидивов обструкции и долговечность пластики, требуется более длительное наблюдение.

## ВЫВОДЫ

Детальный анализ морфологии МК и подклапанных структур методами МСКТ-АГ и МРТ сердца позволяет выделить специфический фенотип обструктивной ГКМП, характеризующийся аномалиями папиллярных мышц как основным субстратом обструкции выходного тракта левого желудочка. Ключевыми предикторами необходимости хирургической реориентации папиллярных мышц являются наличие бифидных папиллярных мышц и угол подвижности передне-латеральной папиллярной мышцы

>12,5°, определенные при МРТ сердца или МСКТ-АГ. Реориентация папиллярных мышц является эффективным и безопасным методом хирургического лечения у пациентов с ГКМП, обеспечивающим устранение обструкции с сохранением естественного митрального клапана и низким риском развития полной атриовентрикулярной блокады. Использование мультимодального визуализационного подхода является обязательным для предоперационного планирования и выбора оптимальной хирургической тактики у пациентов с обструктивной гипертрофической кардиомиопатией.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Maron B.J. Hypertrophic cardiomyopathy: a systematic review. *N Engl J Med*. 2002; 347(11):1320–1330.
2. Ho C.Y., Day S.M., Ashley E.A., et al. Genotype and lifetime burden of disease in hypertrophic cardiomyopathy: insights from the Sarcomeric Human Cardiomyopathy Registry (SHaRe). *Circulation*. 2015;132(2):138–148.
3. Lopes L.R., Aung N., van Duijvenboden S., Munroe P.B., Elliott P.M., Petersen S.E. Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy in the UK Biobank Population. *JAMA Cardiol*. 2021 Jul 1;6(7):852-854
4. Elliott P.M., Anastasakis A., Borger M.A., Borggrefe M., Cecchi F., et al. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 2014;35: 2733–2779.
5. Ommen S.R., Mital S., Burke M.A., et al. 2020 AHA/ACC guideline for the diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(25): e159–e240.
6. O'Mahony C., Jichi F., Pavlou M., Monserrat L., Anastasakis A., Rapezzi C., Biagini E., Gimeno J.R., Limongelli G., McKenna W.J., Omar R.Z., Elliott P.M. Hypertrophic Cardiomyopathy Outcomes Investigators. A novel clinical risk prediction model for sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy (HCM risk-SCD). *Eur Heart J*. 2014 Aug 7;35(30):2010-20
7. Dariy O.Y., Yurpol'skaya L.A., Rychina I.E., Dorofeev A.V., Golukhova E.Z. Diagnostic capabilities of cardiac computed tomography in the preoperative diagnosis of hypertrophic car-
8. Kwon D.H., Smedira N.G., Thamilarasan M., Lytle B.W., Lever H., Desai M.Y. Characteristics and surgical outcomes of symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy with abnormal papillary muscle morphology undergoing papillary muscle reorientation. *J ThoracCardiovasc Surg*. 2010; 140:317–324.
9. Harrigan C.J., Appelbaum E., Maron B.J., Buros J.L. Significance of papillary muscle abnormalities identified by cardiovascular magnetic resonance in hypertrophic cardiomyopathy et al. *Am J Cardiol*. 2008; 101:668–673.
10. Patel P., Dhillon A., Popovic Z.B., Smedira N.G., Rizzo J.E. Left ventricular outflow tract obstruction in hypertrophic cardiomyopathy patients without severe septal hypertrophy: implications of mitral valve and papillary muscle abnormalities assessed using cardiac magnetic resonance and echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2015; 8:e003132

## REFERENCES

1. Maron B.J. Hypertrophic cardiomyopathy: a systematic review. *N Engl J Med*. 2002; 347(11):1320–1330.
2. Ho C.Y., Day S.M., Ashley E.A., et al. Genotype and lifetime burden of disease in hypertrophic cardiomyopathy: insights from the Sarcomeric Human Cardiomyopathy Registry (SHaRe). *Circulation*. 2015;132(2):138–148.
3. Lopes L.R., Aung N., van Duijvenboden S., Munroe P.B., Elliott P.M., Petersen S.E. Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy in the UK Biobank Population. *JAMA Cardiol*. 2021 Jul 1;6(7):852-854
4. Elliott P.M., Anastasakis A., Borger M.A., Borggrefe M., Cecchi F., et al. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 2014;35: 2733–2779.
5. Ommen S.R., Mital S., Burke M.A., et al. 2020 AHA/ACC guideline for the diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(25): e159–e240.
6. O'Mahony C., Jichi F., Pavlou M., Monserrat L., Anastasakis A., Rapezzi C., Biagini E., Gimeno J.R., Limongelli G., McKenna W.J., Omar R.Z., Elliott P.M. Hypertrophic Cardiomyopathy Outcomes Investigators. A novel clinical risk prediction model for sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy (HCM risk-SCD). *Eur Heart J*. 2014 Aug 7;35(30):2010-20
7. Dariy O.Y., Yurpol'skaya L.A., Rychina I.E., Dorofeev A.V., Golukhova E.Z. Diagnostic capabilities of cardiac computed tomography in the preoperative diagnosis of hypertrophic car-

diomyopathy. Digital Diagnostics. 2024; 5(3): 467-479 DOI: [10.17816/DD629141](https://doi.org/10.17816/DD629141) [In Russ].

8. Kwon D.H., Smedira N.G., Thamilarasan M., Lytle B.W., Lever H., Desai M.Y. Characteristics and surgical outcomes of symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy with abnormal papillary muscle morphology undergoing papillary muscle reorientation. J ThoracCardiovasc Surg. 2010; 140:317-324.

9. Harrigan C.J., Appelbaum E., Maron B.J., Buros J.L. Signifi-

cance of papillary muscle abnormalities identified by cardiovascular magnetic resonance in hypertrophic cardiomyopathy et al. Am J Cardiol. 2008; 101:668-673.

10. Patel P., Dhillon A., Popovic Z.B., Smedira N.G., Rizzo J.E. Left ventricular outflow tract obstruction in hypertrophic cardiomyopathy patients without severe septal hypertrophy: implications of mitral valve and papillary muscle abnormalities assessed using cardiac magnetic resonance and echocardiography. Circ Cardiovasc Imaging. 2015; 8:e003132

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Дарий Ольга Юрьевна** – [ORCID: 0000-0003-0140-8166] к.м.н, врач-рентгенолог отделения рентгенологии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ

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

**Барышникова Ирина Юрьевна** – [ORCID: 0000-0001-8071-2531] д.м.н., руководитель группы ультразвуковых инновационных решений в педиатрии ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им А.Н. Бакулева» МЗ РФ

121552, Российская Федерация, г. Москва, Рублевское ш., 135

**Климчук Игорь Ярославович** – [ORCID: 0000-0003-2984-3311] к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург Кардиохирургическое отделение № 16

ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им А.Н. Бакулева» МЗ РФ

121552, Российская Федерация, г. Москва, Рублевское ш., 135

**Санакоев Мераб Константинович** – [ORCID: 0000-0002-1422-9733] к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург, научный сотрудник отдела хирургического лечения интерактивной патологии ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им А.Н. Бакулева» МЗ РФ

121552, Российская Федерация, г. Москва, Рублевское ш., 135

**Кондратьев Евгений Валерьевич** – [ORCID: 0000-0001-7070-3391] к.м.н., заведующий отделением рентгенологии ФГБУ «НМИЦ центр хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ

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

**Бокерия Лео Антонович** – [ORCID: 0000-0002-6180-2619] академик РАН, д.м.н., профессор, президент ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ

121552, Российская Федерация, г. Москва, Рублевское ш., 135

**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

**Olga Yu. Dariy** – [ORCID: 0000-0003-0140-8166] MD, PhD, Radiologist of the Radiology Department FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27 Bolshaya Serpukhovskaya str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Irina Yu. Baryshnikova** – [ORCID: 0000-0001-8071-2531] MD, PhD, Head of department of ultrasound innovation decision in pediatrician FSBI «A.N. Bakulev National medical research center for cardiovascular surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 135 Rublevskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 121552

**Igor Ya. Klimchuk** – [ORCID: 0000-0003-2984-3311] MD, PhD, Cardiovascular Surgeon, FSBI «A.N. Bakulev National medical research center for cardiovascular surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 135 Rublevskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 121552

**Merab K. Sanakoev** – [ORCID: 0000-0002-1422-9733] MD, PhD, Cardiovascular Surgeon, Researcher at the Department of Surgical Treatment of Interactive Pathology FSBI «A.N. Bakulev National medical research center for cardiovascular surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 135 Rublevskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 121552

**Evgeny V. Kondratyev** – [ORCID: 0000-0001-7070-3391] MD, PhD, Head of Radiology department FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27 Bolshaya Serpukhovskaya str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Leo A. Bokeria** – [ORCID: 0000-0002-6180-2619] academician of the Russian Academy of Sciences, MD, PhD, President FSBI «A.N. Bakulev National medical research center for cardiovascular surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 135 Rublevskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 121552

**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)

## МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЕ МНОГОСОСУДИСТОЕ КОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ – ОПЫТ ПЕРВЫХ ШЕСТИСОТ ОПЕРАЦИЙ (reprint)

\*А.А. Зеньков<sup>1,2</sup>, М.Н. Исаев<sup>1,2</sup>, И.И. Чернов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Астрахань

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, кафедра сердечно-сосудистой хирургии ФПО

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Зеньков Александр Александрович (Aleksandr A. Zenkov), e-mail: Zenkov\_Al@rambler.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель исследования:** оценить безопасность и эффективность многососудистого минимально инвазивного коронарного шунтирования (МИКШ) путем анализа непосредственных и среднесрочных отдаленных результатов лечения первых шестисот пациентов.

**Материалы и методы:** с 2011 по 2022 гг. 611 пациентам с ИБС при многососудистом поражении коронарных артерий выполнено МИКШ. Стратегия вмешательства была основана на полной реваскуляризации миокарда на работающем сердце через левостороннюю миниторакотомию. В группе было 87 (14,2%) женщин, возраст пациентов составил 58,9±8,1 лет. Ожирение выявлено у 233 (38,1%) пациентов, сахарный диабет – у 129 (21,1%) пациентов. Степень коронарного поражения по SyntaxScore составила 26,7±8,9, риск по EuroScore – 1,2±0,7.

**Результаты:** средняя продолжительность операции составила 261,7±93,5 мин, число дистальных анастомозов – 2,5±0,7. У 292 (47,8%) пациентов выполнено маммарно-аортокоронарное шунтирование, коронарное шунтирование без манипуляций на аорте произведено 319 (52,2%) пациентам. Экстракорпоральное кровообращение применено у 25 (4,1%) пациентов, из них экстренная конверсия выполнена у 14 (2,3%) пациентов. Интраоперационная кровопотеря и кровопотеря за 1-е сутки после вмешательства составили 250 (200; 300) мл и 270 (150; 350) мл соответственно. У 56 (9,2%) пациентов произведены гемотрансфузии. Не наблюдалось случаев глубокой раневой инфекции. Инфаркт миокарда зафиксирован у 8 (1,3%), периоперационный инсульт – у 2 (0,33%), 30-дневная летальность составила 0,49% (3 пациента). Длительность нахождения в стационаре после операции составила 7 (7;10) койко-дней, время восстановления полной физической активности – 14 (9;24) дней. При медиане длительности наблюдения 5,1 (3,2; 7,1) лет кумулятивная выживаемость к восьми годам составила 91,4%, показатель отсутствия неблагоприятных сердечных и мозговых событий – 87,6%.

**Заключение:** МИКШ – безопасное вмешательство, так как ассоциируется с низкой частотой осложнений в период операционного периода, конверсий к экстракорпоральному кровообращению и стернотомии, коротким временем стационарного лечения и временем восстановления полной физической активности. У пациентов с ИБС при многососудистом поражении МИКШ может быть применено с сохранением эффективности коронарных вмешательств в отдаленном периоде наблюдения. МИКШ – воспроизводимая операция, однако более требовательна к хирургическим навыкам, а также требует отбора пациентов, особенно на этапе внедрения технологии.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, минимально инвазивное коронарное шунтирование, минимально инвазивная реваскуляризация миокарда.

**Для цитирования.** А.А. Зеньков, М.Н. Исаев, И.И. Чернов, «МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЕ МНОГОСОСУДИСТОЕ КОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ – ОПЫТ ПЕРВЫХ ШЕСТИСОТ ОПЕРАЦИЙ (reprint)». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 18–26.

## MINIMALLY INVASIVE MULTIVESSEL CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING: A SINGLE CENTER'S EXPERIENCE OF 600 CASES-REPRINT (reprint)

\*А.А. Zenkov<sup>1,2</sup>, М.Н. Isaev<sup>1,2</sup>, И.И. Chernov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FSBI "Federal Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Astrakhan)

<sup>2</sup>FSBEI of HE "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Cardiovascular Surgery FPE

### ABSTRACT

**Aim:** to assess the safety and efficacy of multivessel minimally invasive coronary artery bypass grafting (MICS CABG) in the immediate and mid-term period.

**Materials and methods:** a cohort study included 611 patients with multivessel coronary artery disease who underwent MICS CABG between 2011 and 2022. All patients underwent complete myocardial revascularization via left mini-thoracotomy on the beating heart. The mean patient age was 58.9±8.1 years; 87 (14.2%) were women. Diabetes mellitus was present in 129 (21.1%) patients, and obesity in 233 (38.1%). The mean EuroScore II was 1.2±0.7 and the mean SyntaxScore was 26.7±8.9.

**Results:** the mean operation time was 261.7±93.5 minutes, with a mean of 2.5±0.7 distal anastomoses. Mammary coronary artery bypass grafting was performed in 292 (47.8%) patients, while 319 (52.2%) underwent coronary artery bypass surgery without aortic manipulation. Cardiopulmonary bypass was used in 25 (4.1%) patients, including emergency conversion in 14 (2.3%). The median intraoperative blood loss was 250 (200; 300) mL, and the 24-hour blood loss after the intervention was 270 (150; 350) mL. Blood transfusion and its components was required in 56 (9.2%) patients. No cases of deep wound infection were observed. Perioperative stroke occurred in 2 (0.33%) patients, myocardial infarction – in 8 (1.3%) patients. The 30-day mortality was 0.49% (n=3). The postoperative in-hospital stay was 7 (7;10) days, and the median recovery time was 14 (9;24) days. With a median follow-up of 5.1 (3.2; 7.1) years, the 8-year cumulative survival rate was 91.4% and freedom from major adverse cardiac and cerebrovascular events was 87.6%.

**Conclusion:** MICS CABG is a safe procedure associated with a low incidence of perioperative complications, conversions to cardiopulmonary bypass, and sternotomy, as well as short hospital stays and rapid recovery. MICS CABG can be applied to patients with multi-vessel coronary artery disease, maintaining the effectiveness in the mid-term follow-up, comparable to traditional CABG. MICS CABG is a reproducible operation, but is more demanding on surgical skills and requiring patient selection, especially during the initial learning curve.

**Keywords:** coronary artery disease, minimally invasive coronary artery bypass grafting, minimally invasive myocardial revascularization.

## ВВЕДЕНИЕ

Степень инвазивности аортокоронарного шунтирования (АКШ) остается на высоком уровне и за последние несколько десятков лет не уменьшилась [1]. При стандартном АКШ имеется вероятность развития таких осложнений, как острое нарушение мозгового кровообращения, значимая периоперационная кровопотеря, фибрилляция предсердий [2], стерноМедиастилит, диастаз грудины, посткардиотомный синдром. При стернотомическом доступе нередко встречаются сниженный уровень качества жизни и сомнительный косметический эффект, а также имеются ограничения в реабилитации пациентов [3]. С учетом длительности нахождения в реанимационном отделении и стационаре, частоты и структуры осложнений в периоперационном периоде, периода реабилитации и времени возврата к труду, лечение с использованием традиционного АКШ имеет достаточно высокую стоимость [4, 5]. Удовлетворенность лечением и уровень качества жизни после выписки из стационара значительно выше у пациентов после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ), чем после традиционного коронарного шунтирования [6, 7].

На современном этапе минимально инвазивное коронарное шунтирование (МИКШ) определяют как операцию по шунтированию пораженных коронарных артерий с искусственным кровообращением или без него, не требующую срединной стернотомии [8, 9]. Минимально инвазивная реваскуляризация миокарда (МИРМ) основной целью имеет снижение частоты прогнозируемых осложнений и укорочение сроков восстановления и реабилитации больного при условии сохранения длительности лечебного эффекта и эффективности коронарных операций. Для определения места и перспектив МИКШ в современной коронарной хирургии мы привели в данной статье опыт первых шестисот операций МИРМ у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий.

Цель работы - оценить безопасность и эффективность многососудистого минимально инвазивного коронарного шунтирования через левостороннюю миниторакотомию на работающем сердце путем анализа непосредственных и среднесрочных отдаленных результатов лечения первых шестисот пациентов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2011 по 2022 гг. 611 пациентам с ИБС при многососудистом поражении коронарных артерий выполнено МИКШ. Исследование одобрено локальным этическим комитетом и выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. У всех пациентов было получено письменное информированное согласие. Показаниями к минимально инвазивному коронарному шунтированию явились: стабильная стенокардия напряжения II-IV функционального класса по Канадской

классификации; многососудистое поражение коронарных артерий, то есть наличие окклюзии или гемодинамически значимого стеноза коронарной артерии со степенью сужения  $\geq 70\%$  и диаметром  $\geq 1,5$  мм из двух или трех бассейнов правой коронарной артерии, передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии, огибающей ветви левой коронарной артерии или гемодинамически значимого стеноза ствола левой коронарной артерии; безболевая ишемия миокарда.

Показаниями к МИКШ по анатомии коронарных артерий служили: трехсосудистое поражение; стеноз ствола левой коронарной артерии; комплексные проксимальные поражения бассейна левой коронарной артерии; комплексные поражения коронарных артерий задней и боковой поверхности левого желудочка. Показаниями к МИКШ по сопутствующей патологии были сахарный диабет, ожирение, заболевания с нарушениями опорно-двигательного аппарата и длительным использованием кортикоステроидов, хроническая обструктивная болезнь легких, а также приверженность пациента к МИРМ и возрастные пациенты. Необходимость в экстренной реваскуляризации при остром инфаркте миокарда или остром коронарном синдроме выступили противопоказаниями к минимально инвазивному коронарному шунтированию. Фракция выброса левого желудочка менее 30%, АКШ в анамнезе и билатеральная окклюзия подвздошных артерий явились потенциальными противопоказаниями к МИКШ. Выполнение полной МИРМ на работающем сердце через левостороннюю миниторакотомию определило стратегию минимально инвазивного коронарного шунтирования. Производились аорто-маммарокоронарное шунтирование (МАКШ) или артериальная реваскуляризация миокарда без затрагивания аорты.

Миниторакотомный доступ осуществлялся в V-VI межреберье при помощи минимально инвазивного ретрактора. Дистальные анастомозы формировались при помощи стандартных и минимально инвазивных систем стабилизации и позиционирования. Для артериального шунтирования использовались различные кондуиты в виде композитно-секвенциальной реконструкции или как *in-situ* гraftы (внутренние грудные артерии, правая желудочно-сальниковая артерия, лучевая артерия). Технология полной артериальной минимально инвазивной реваскуляризации миокарда без манипуляций на аорте доказана предварительно [10]. При маммаро-аортокоронарном шунтировании, как правило, выполняли шунтирование артерий передней и боковой стенок левого желудочка одной или двумя внутренними грудными артериями и АКШ остальных коронарных артерий. Для достижения требуемого уровня реваскуляризации были допустимы параллельное искусственное кровообращение без кардиоплегии с периферическим подключением через бедренные сосуды и гибридные процедуры. Как правило, гибридная операция заключалась в комбинации

ЧКВ в бассейне правой коронарной артерии и полной артериальной реваскуляризации системы левой коронарной артерии.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Данные представлены как среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm \sigma$ ), числовые значения (проценты) - n (%), медиана и интерквартильный размах - Me (LQ; UQ). При помощи теста Шапиро-Вилка проводился анализ распределения значений показателей на соответствие закону нормального распределения. В среднесрочном отдаленном периоде наблюдения свобода от основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий оценивалась с помощью процедуры Каплана-Майера. Основными конечными точками исследования при изучении непосредственных результатов лечения явились нефатальный острый инфаркт миокарда, нефатальный инсульт до выписки из стационара или в течение 30 дней после выполнения коронарного шунтирования, а также смерть от любой причины. Вторичные конечные точки исследования включали раневые осложнения, впервые возникшую почечную недостаточность, операционную кровопотерю и в первые сутки после вмешательства, частоту гемотрансфузий. Основные неблагоприятные сердечные и мозговые события явились конечными точками исследования при изучении среднесрочных отдаленных результатов. Инсульт определен как быстрое развитие стойкой очаговой неврологической симптоматики, случившейся интраоперационно или в послеоперационном периоде. Генерализованный атеросклероз определен как наличие у пациента с ИБС атеросклероза артерий нижних конечностей или атеросклероза артерий, питающих головной мозг с гемодинамически значимым поражением (стеноз  $>50\%$ ). Ожирение определено как наличие

индекса массы тела  $\geq 30$ . Впервые возникшая почечная недостаточность определена как необходимость во временному или постоянном использовании любого вида гемодиализа после операции. Поверхностная раневая инфекция определена как санация гнойно-воспалительного процесса мягких тканей. Глубокая раневая инфекция определена как санация гнойно-воспалительного процесса грудины, ребер, средостения или плевральной полости. СтерноМедиастинит определен как инфекционное осложнение, возникшее после рассечения грудины, с вовлечением в инфекционный процесс костной ткани грудины, тканей средостения, с вовлечением / без в процессе поверхности мягких тканей, с наличием / без стабильности грудины. Послеоперационная пневмония определена как наличие воспалительной инфильтрации легочной ткани при рентгенологическом исследовании в послеоперационном периоде, связанной с инфекционным воспалением и/или гипостатическими явлениями в легких. Плевральная эфузия определена как скопление жидкости между слоями плевры в послеоперационном периоде, которое потребовало хотя бы одной пункции плевральной полости для ее удаления. Основные неблагоприятные сердечные и мозговые события (ОНСМС) определены как смерть от сердечно-сосудистой причины, нефатальный острый инфаркт миокарда, нефатальный инсульт или повторная реваскуляризация миокарда. Гемотрансфузия определена как переливание любых компонентов крови во время и после операции до выписки из стационара. Время достижения полной физической активности определено как способность пациента совершать прогулки по 30 мин и более ежедневно и свободно работать верхней половиной туловища в повседневной жизни без ограничений. Экстренная конверсия определена как переход к ЭКК при операции на работающем сердце при стойких гемодинамических нарушениях, резистент-

**Таблица 1. Характеристика пациентов до операции по основным клиническим параметрам**

Table 1. Baseline clinical and demographic data of the study population

Параметр / Parameter	Значение / Value (n = 611)
Женский пол / Females	87 (14,2)
Возраст, лет / Age, years	58,9 $\pm$ 8,1
Ожирение / Obesity, n (%)	233 (38,1)
Индекс массы тела / Body mass index	29,3 $\pm$ 4,2
Конечный диастолический объем левого желудочка, мл / LV EDV, mL	127,7 $\pm$ 35,3
Фракция выброса левого желудочка / LVEF, %	53,4 $\pm$ 7,2
Генерализованный атеросклероз / Atherosclerosis, n (%)	148 (24,2)
Стеноз ствола левой коронарной артерии / LMCA stenosis, n (%)	120 (19,6)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus, n (%)	129 (21,1)
Креатинин крови, мг (%) / Serum creatinine, mg (%)	0,97 $\pm$ 0,19
Гемоглобин крови, г/л / Hemoglobin, g/l	139,2 $\pm$ 11,8
SYNTAX score	26,7 $\pm$ 8,9

**Примечание:** данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ , n (%), Me (LQ; UQ).

**Note:** LV EDV – left ventricular end-diastolic volume; LVEF – left ventricular ejection fraction; LMCA – left main coronary artery. Data are presented as  $M \pm \sigma$ , n (%), Me (LQ; UQ).

ных к медикаментозной и электроимпульсной терапии. В **таблице 1** представлена характеристика пациентов до вмешательства по основным клиническим параметрам.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В **таблице 2** представлена характеристика периода операции и раннего послеоперационного периода. Коронарное шунтирование произведено 319 (52,2%) пациентам без затрагивания аорты, в том числе полная артериальная реваскуляризация миокарда – 285 (46,6%) пациентам, гибридная реваскуляризация миокарда –

29 (4,8%) пациентам. Маммаро-аортокоронарное шунтирование выполнено у 292 (47,8%) пациентов, при этом, как правило, использовались аутовенозные гraftы от восходящей аорты в сочетании с одной или обеими внутренними грудными артериями *in-situ*. Среднее число дистальных анастомозов составило  $2,5 \pm 0,7$ , продолжительность операции -  $261,7 \pm 93,5$  мин. У 136 (22,3%) пациентов применили правую внутреннюю грудную артерию, у 605 (99,0%) – левую внутреннюю грудную артерию, аутовену – у 296 (48,5%), лучевую артерию – у 175 (28,6%), лапароскопически выделенную правую желудочно-сальниковую артерию – у 4 (0,66%) пациентов. У 25 (4,1%) пациентов применено искусственное кровообращение, из

**Таблица 2. Характеристика периода операции и раннего послеоперационного периода**

Table 2. Intraoperative and early postoperative characteristics

Параметр / Parameter	Значение / Value (n = 611)
Маммаро-аортокоронарное шунтирование/Mammary coronary artery bypass grafting	292 (47,8)
Коронарное шунтирование без манипуляций на аорте/Aortic "no-touch" CABG	319 (52,2)
<b>в т. ч. / including</b>	
Полная артериальная реваскуляризация миокарда / Total arterial myocardial revascularization	285 (46,6)
Гибридная реваскуляризация миокарда / Hybrid myocardial revascularization	29 (4,8)
Количество дистальных анастомозов / Number of distal anastomosis	$2,5 \pm 0,7$
Продолжительность операции, мин / Operation time, min	$261,7 \pm 93,5$
Переход на стернотомию / Conversion to sternotomy	5 (0,8)
Переход к ЭКК / Conversion to CPB	25 (4,1)
<b>в т. ч. / including</b>	
Экстренная конверсия к ЭКК / Emergency conversion to CPB	14 (2,3)
Длительность послеоперационной ИВЛ, час / Postoperative ventilation time, hour	5,0 (3,0; 8,0)
Послеоперационная ИВЛ >24 часов / Postoperative ventilation >24 hours	6 (1,0)
Длительность пребывания в ОРИТ, час / Length of the ICU stay, hour	20,0 (17,0; 28,0)
Трансфузия крови и ее компонентов / Transfusion of blood and its components	56 (9,2)
Интраоперационная кровопотеря, мл / Intraoperative blood loss, mL	250 (200; 300)
Кровопотеря в первые сутки после операции, мл / 24-hour blood loss, mL	270 (150; 350)
Поверхностная раневая инфекция грудной клетки / Superficial wound infection	14 (2,3)
Глубокая раневая инфекция грудной клетки / Deep wound infection	0 (0,0)
Впервые возникшая мерцательная аритмия / New-onset AF	37 (6,1)
Послеоперационное кровотечение с повторной операцией / Postoperative bleeding with revision	3 (0,49)
Послеоперационная пневмония / Postoperative pneumonia	43 (7,0)
Плевральная эфузия / Pleural effusion	52 (8,5)
Делирий / Delirium	12 (2,0)
Инсульт / Stroke	2 (0,33)
Впервые возникшая почечная недостаточность / New onset kidney failure	0 (0,0)
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction	8 (1,3)
30-дневная летальность / 30-day mortality	3 (0,49)
Длительность послеоперационного пребывания в стационаре, дней / Length of in-hospital stay, days	7 (7; 10)

**Примечание:** ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ЭКК – экстракорпоральное кровообращение; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии. Данные представлены как n (%),  $M \pm \sigma$ , Me (LQ; UQ).

**Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; CPB – cardiopulmonary bypass; ICU – intensive care unit; AF – atrial fibrillation atrial fibrillation. Data are presented as  $M \pm \sigma$ , n (%), Me (LQ; UQ).

них у 14 (2,3%) пациентов выполнена экстренная конверсия. У 5 (0,82%) пациентов осуществлен переход на стернотомию. Тяжелые желудочковые аритмии с коллапсом гемодинамики, не поддающиеся комплексной коррекции, явились основной причиной экстренных конверсий к стернотомии и ЭКК. Интраоперационная кровопотеря составила 250 (200; 300) мл, кровопотеря за 1-е 24 часа после вмешательства – 270 (150; 350) мл. У 56 (9,2%) пациентов произведено переливание крови и ее компонентов.

В послеоперационном периоде длительность искусственной вентиляции легких составила 5,0 (3,0; 8,0) часов, времени нахождения в реанимационном отделении – 20,0 (17,0; 28,0) часов.

У 6 (1,0%) пациентов возникла необходимость продленной искусственной вентиляции легких более 24 часов. Основными факторами этого явились респираторный дистресс-синдром и делирий. В структуре послеоперационных осложнений превалировали плевральная эфузия – 8,5% (52 пациента), послеоперационная пневмония – 7,0% (43 пациента) и мерцательная аритмия – 6,1% (37 пациентов). Три пациента (0,49%) оперированы повторно по поводу послеоперационного кровотечения. У 14 (2,3%) пациентов развилась поверхностная раневая инфекция грудной клетки. В то же время случаев инфекции со стороны грудины, средостения, плевральной полости и ребер при МИКШ не наблюдалось. У 2 (0,33%) пациентов зафиксирован периоперационный инсульт, у 8 (1,3%) – инфаркт миокарда, 30-дневная летальность составила 0,49% (3 пациента).

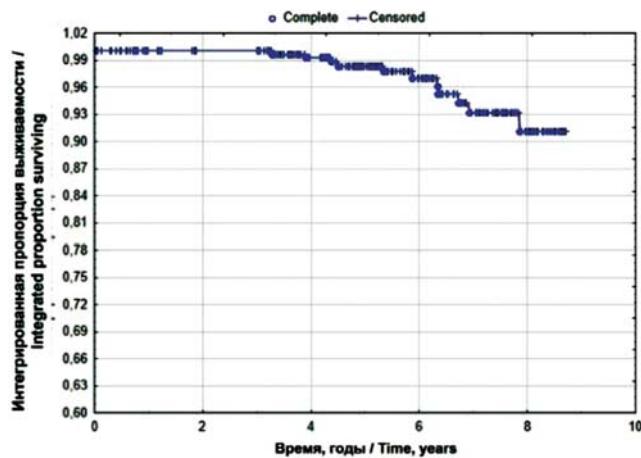
Длительность нахождения в стационаре после вмешательства составила 7 (7; 10) койко-дней. У 234 пациентов изучена медиана времени возврата к полной физической активности, которая составила 14 (9; 24) дней. Период наблюдения составил 5,1 (3,2; 7,1) лет. В отдаленные сроки после МИКШ 7 пациентов умерли от сердечно-сосуди-

стых причин, 4 пациента – от несердечно-сосудистых причин. Выживаемость в отдаленном периоде наблюдения с учетом сердечно-сосудистых и несердечно-сосудистых причин отражена на **рисунке 1**. Рассчитанная по методу Каплана-Мейера, кумулятивная выживаемость после МИКШ без учета госпитальной летальности составила через 2 года – 99,7%, 4 года – 99,1%, 6 лет – 97%, 8 лет 91,4%.

В отдаленные сроки наблюдения у 4 пациентов зафиксировано нефатальное острое нарушение мозгового кровообращения, у 3 пациентов нефатальный инфаркт миокарда с ЧКВ и 4 пациента перенесли повторную реваскуляризацию миокарда из-за рецидива стенокардии. Из них 2 пациентам выполнена повторная хирургическая реваскуляризация миокарда из мини-лапаротомии – задней межжелудочковой ветви с помощью правой желудочно-сальниковой артерии и 2 пациентам – ЧКВ. Данные по показателю отсутствия основных неблагоприятных сердечных и мозговых событий в отдаленном периоде наблюдения представлены на **рисунке 2**. В отдаленном периоде после минимально инвазивного коронарного шунтирования кумулятивный показатель отсутствия ОНСМС составил через 2 года – 99,7%, 4 года – 97,5%, 6 лет – 95%, 8 лет – 87,6%.

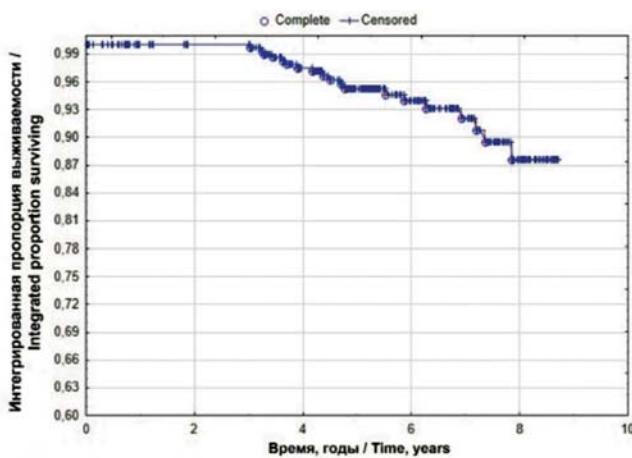
## ОБСУЖДЕНИЕ

По данным нашего исследования, госпитальные результаты минимально инвазивного коронарного шунтирования не просто не уступают, а по ряду показателей отличаются даже в лучшую сторону от таковых при традиционном аортокоронарном шунтировании на работающем сердце или с искусственным кровообращением. Это согласуется с выводами недавно опубликованных исследований в отношении непосредственных результатов МИКШ [11-13]. По всей видимости, стернотомия и искусственное кровообращение являются важными факторами, влияющими на



**Рис. 1.** Кумулятивная общая выживаемость в отдаленном периоде наблюдения с учетом сердечно- и несердечно-сосудистых причин.

**Fig. 1.** Cumulative survival in the long-term period adjusted to cardiac and non-cardiac adverse events.



**Рис. 2.** Свобода от основных неблагоприятных сердечных и мозговых событий в отдаленном периоде наблюдения.

**Fig. 2.** Freedom from major adverse cardiac and cerebrovascular events.

развитие глубокой раневой инфекции, периоперационную кровопотерю, а также частоту и объем гемотрансfusion. Длительное ограничение физических нагрузок на верхнюю половину туловища после стернотомии при традиционном АКШ приводит к более длительному времени восстановления полной физической активности.

Об отдаленных результатах многососудистого минимально инвазивного аортокоронарного шунтирования в настоящее время имеются единичные сообщения. McGinn J.T. и соавт. оценили выживаемость и свободу от основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в исследовании со средней продолжительностью наблюдения  $2,9 \pm 2,0$  лет. Авторы установили, что минимально инвазивное аортокоронарное шунтирование - воспроизведимое и безопасное вмешательство, при этом выживаемость в отдаленном периоде наблюдения составила  $96,1 \pm 0,9\%$ , а частота повторной реваскуляризации миокарда в виде ЧКВ - 5,1% [14].

Barsoum E.A. и соавт. сообщили, что в группе пациентов в возрасте 75 лет и старше общая смертность в 5-летний период наблюдения после минимально инвазивного аортокоронарного шунтирования была достоверно ниже по сравнению с группой пациентов после аортокоронарного шунтирования из стернотомии (19,7% и 47,7% соответственно) [15].

Проведенное нами исследование позволило сделать основное заключение, что многососудистое минимально инвазивное коронарное шунтирование можно безопасно использовать у пациентов с ИБС, которым показана реваскуляризация миокарда в плановом порядке, с сохранением в среднесрочном отдаленном периоде наблюдения клинической эффективности коронарных вмешательств. Это подтверждается низким уровнем частоты развития не фатального инфаркта миокарда, инсульта, смертности и повторной реваскуляризации миокарда в отдаленные сроки наблюдения после выполнения минимально инвазивного коронарного шунтирования.

Применение минимально инвазивных операций может значительно увеличить удовлетворенность пациента качеством лечения за счет снижения частоты периоперационных осложнений и уменьшения длительности нахождения в стационаре. При этом потенциальная возможность ускорения возврата к полной физической активности и трудовой деятельности имеют немаловажное значение. Ряд пациентов придает значение косметическому эффекту. Однако психологический фактор следует поставить на одно из ведущих мест, благодаря которому в случае необходимости «открытой операции» пациенты практически также охотно соглашаются на МИКШ, как и на ЧКВ, в отличие от традиционного АКШ. На основании опыта лечения 210 пациентов Une D. и соавт. доложили, что внедрение минимально инвазивного коронарного шунтирования может быть проведено с низким уровнем периоперационного риска. При этом конверсия к стернотомии выполнена у 4,8% пациентов, а искусственное кровообращение использовалось в 24,3%

случаев [16]. Безопасная инициализация технологии минимально инвазивной реваскуляризации миокарда согласуется с результатами нашего исследования с включением начального опыта, при этом переход к стернотомии и ЭКК осуществлялся еще реже - в 4,1% и 0,82% случаев соответственно.

Также надо учитывать, что некоторые технологии вследствие своей трудоемкости будут оставаться уделом высокоспециализированных центров, например робот-ассистированное или тотально эндоскопическое АКШ [17]. Что касается минимально инвазивного коронарного шунтирования, то рассматриваемая операция выполняется под прямым контролем зрения, и, как правило, стандартными коронарными инструментами, не требуя дорогостоящего оборудования. При этом могут быть использованы коронарное шунтирование с проксимальными анастомозами на восходящей аорте, бимаммарное шунтирование, техника без манипуляций на аорте, при необходимости - гибридный подход в сочетании с ЧКВ и вспомогательное кровообращение, то есть вмешательство является универсальным.

В настоящее время в Российской Федерации выполнено около 1.300 многососудистых МИКШ, и количество данных вмешательств планомерно продолжает расти. Также увеличивается число специалистов, работающих в этом направлении, что говорит о воспроизводимости технологии (рис. 3).

В то же время на современном этапе большинство операций аортокоронарного шунтирования выполняются через тотальную срединную стернотомию, с искусственным кровообращением, кардиоплегией и с применением аутовенозных шунтов. Многососудистое МИКШ применяется в ограниченном количестве учреждений, и в первую очередь это связано с мнением многих хирургов, что данные вмешательства требуют длительного периода обучения и сопряжены с высокой технической сложностью. Учитывая данный факт, нами проведен опрос основных специалистов в Российской Федерации в

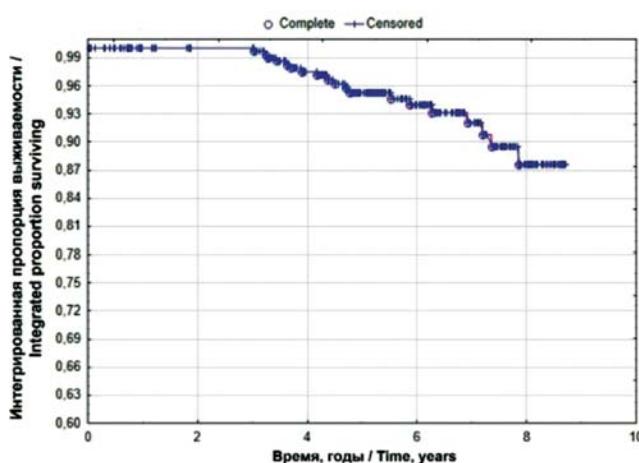


Рис. 3. Воспроизводимость технологии МИКШ.

Fig. 3. Reproducibility of MICS procedure.

**Таблица 3. Позиция специалистов в области МИКШ по воспроизводимости технологии**

Table 3. Survey results among minimally invasive cardiac surgeons

Показатель / Parameter	Опыт выполнения операций МИКШ / Experience in MICS CABG				
	<50	<100	<200	<300	<3000
Необходим отбор пациентов на МИКШ / Patient selection for MICS CABG is required	+	+	+	+/-	+/-
МИКШ для любого коронарного хирурга / MICS CABG can be performed by any cardiac surgeon	-	-	-	-	-
Более серьезные требования к техническим навыкам хирурга / Specific manual skills are required	+	+	+	+	+
Увеличение временных затрат на МИКШ, изменение планирования и режима работы / Extra time input for MICS CABG, changes in planning and operating hours	+	+	+	+/-	+/-
Логистические проблемы, связанные с приобретением нового оборудования и инструментов / Logistic-related difficulties	+	+	+	+	+
Целесообразность МИКШ / Rationale for MICS	+	+	+	+	+
Отсутствие готовности прохождения периода обучения, нежелание перемен и привычка хирургов выполнять вмешательства традиционными способами / Unwillingness to undergo training, to introduce novel methods, and a habit to perform conventional surgeries	+	+	+	+	+

**Примечание:** МИКШ - минимально инвазивное коронарное шунтирование.

**Note:** MICS – minimally invasive cardiac surgery.

области МИРМ, имеющих опыт выполнения 50 и более процедур МИКШ (табл. 3). По мнению опрошенных специалистов, данный вид вмешательства подходит не для всех коронарных хирургов, необходимы более серьезные требования к техническим навыкам. Несмотря на видимые преимущества МИКШ у пациентов с сахарным диабетом, хронической обструктивной болезнью легких, ожирением, ортопедическими проблемами, а также при активном образе жизни, освоение новых методик остается на низком уровне вследствие нежелания перемен, отсутствия готовности прохождения кривой обучения, свойственной для новой технологии, привычки хирургов выполнять традиционные вмешательства. Указывается на возможное увеличение временных затрат, потенциальные сложности, связанные с изменением планирования и режима работы, освоением, новых методов и устройств, а также на логистические вопросы по приобретению нового оборудования и инструментов. В сохранении имеющихся протоколов эти факторы играют основную роль, особенно когда четко не доказаны предполагаемые преимущества новых методов. В заключение отметим, что важным ограничивающим

фактором в настоящее время является необходимость отбора пациентов. В то же время методика минимально инвазивного коронарного шунтирования все еще находится в ранней фазе своего развития, и по мере накопления хирургического опыта и ее распространения, критерии отбора могут расширяться.

## ВЫВОДЫ

МИКШ - безопасное вмешательство, так как ассоциируется с низкой частотой осложнений в периоперационный период, конверсий к экстракорпоральному кровообращению и стернотомии, короткими длительностью стационарного лечения и временем восстановления полной физической активности. У пациентов с ИБС при многососудистом поражении МИКШ может быть применено с сохранением эффективности коронарных вмешательств в отдаленном периоде наблюдения, сравнимой с традиционным аорто-коронарным шунтированием.

МИКШ – воспроизводимая операция, однако более трудо и времязатратна, требовательна к хирургическим навыкам, а также требует отбора пациентов, особенно на этапе внедрения технологии. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lapierre H., Chan V., Sohmer B. Minimally invasive coronary artery bypass grafting viaa small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. Eur J Cardiothorac Surg. 2011; 40:804-810. DOI: 10.1016/j.ejcts.2011.01.066
- Ревишвили А.Ш., Попов В.А., Коростелев А.Н. и др.

Предикторы развития фибрилляции предсердий после операции аортокоронарного шунтирования. Вестник аритмологии. 2018; (94):11-16. DOI: 10.25760/VA-2018-94-11-16.

- Ruel M., Une D., Bonatti J. Minimally invasive coronary

- artery bypass grafting: is it time for the robot?. *Curr Opin Cardiol* 2013; 28(6):639-645. DOI: 10.1097/HCO.0b013e3283653fd1
4. Poston R.S., Tran R., Collins M. Comparison of economic and patient outcomes with minimally invasive versus traditional off-pump coronary artery bypass grafting techniques. *Ann Surg*. 2008; 248:638-646. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31818a15b5
  5. Puskas J.D., Williams W.H., Mahoney EM. Off-pump vs conventional coronary artery bypass grafting: early and 1-year graft patency, cost, and quality-of-life outcomes: a randomized trial. *JAMA*. 2004; 291(15):1841-1849. DOI: 10.1001/jama.291.15.1841
  6. Cohen D.J., Van Hout B., Serruys P.W. Quality of life after PCI with drug-eluting stents or coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med*;364(11):1016-1026. DOI:10.1056/NEJMoa1001508
  7. Serruys P.W., Morice M.C., Kappetein A.P. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2009; 360(10):961-972. DOI: 10.1056/NEJMoa0804626
  8. Shennib H. Evolving strategies in minimally invasive coronary artery surgery. *Int J Cardiol*. 1997; 62(1):81-88.
  9. Calafiore A.M., De Giammarco G., Teodori G. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 1996; 61(6):1658-1663. DOI: 10.1016/0003-4975(96)00187-7
  10. Ziankou A.A., Ostrovsky Y.P., Laiko M.G. Hospital and mid-term results of prospective randomized controlled trial MICSREVS - Minimally Invasive Cardiac Surgery Revascularization Strategy. 30th EACTS Annual Meeting, Barcelona, Spain, 1-5 October 2016. Available at: <http://medialibrary.eacts.cyim.com/mediatheque/media.aspx?mediaId=18441&channel=10233>. (accessed 20.11.2016)
  11. Lemma M., Atanasiou T., Contino M. Minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass graft. *Multimed Man Cardio-Thoracic Surg*. Available at: <http://mmcts.oxfordjournals.org/content/2013/mmt007.full> (accessed 02.11.2017)
  12. McGinn JT Jr, Usman S., Lapierre H. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: Dual center experience in 450 consecutive patients. *Circulation* 2009; 120(11Suppl):78-84. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840041
  13. Nambiar P., Mittal C. Minimally Invasive Coronary Bypass Using Internal Thoracic Arteries via a Left Minithoracotomy "The Nambiar Technique". *Innovations (Phila)* 2013; 8(6):420-426. DOI: 10.1097/IMI.0000000000000035
  14. McGinn Jr JT, Shariff MA., Nabagiez JP. Minimally Invasive CABG is Safe and Reproducible: Report on the First Thousand Cases. Proceedings of the 14th ISMICS Annual scientific meeting; 2014 May 28-31; Boston, USA: Innovations; 2014; 158.
  15. Barsoum E.A., Azab B., Shah N. Long-term mortality in minimally invasive compared with sternotomy coronary artery bypass surgery in the geriatric population (75 years and older patients). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015; 47(5):862-867. DOI: 10.1093/ejcts/ezu267
  16. Une D., Lapierre H., Sohmer B. Can minimally invasive coronary artery bypass grafting be initiated and practiced safely?: a learning curve analysis. *Innovations (Phila)*. 2013; 8(6):403-409. DOI:10.1097/IMI.0000000000000019
  17. Новиков М.А., Попов В.А., Малышенко Е.С., Ревишвили А.Ш. Результаты минимально инвазивного эндоскопически ассистированного коронарного шунтирования в рамках рандомизированного исследования ENPILA. Евразийский кардиологический журнал. 2019; (2S): 352. DOI: 10.1097/IMI.0000000000000019
- ## REFERENCES
1. Lapierre H., Chan V., Sohmer B. Minimally invasive coronary artery bypass grafting via a small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011;40:804-810. DOI: 10.1016/j.ejcts.2011.01.066
  2. Revishvili A.S., Popov V.A., Korostelev A.N., et al. Predictors of new onset of atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting surgery. *Journal of Arrhythmology*. 2018;(94):11-16 DOI: 10.25760/VA-2018-94-11-16 [In Russ].
  3. Ruel M., Une D., Bonatti J. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: is it time for the robot?. *Curr Opin Cardiol* 2013;28(6):639-645. DOI:10.1097/HCO.0b013e3283653fd1
  4. Poston RS., Tran R., Collins M. Comparison of economic and patient outcomes with minimally invasive versus traditional off-pump coronary artery bypass grafting techniques. *Ann Surg*. 2008; 248:638-646. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31818a15b5
  5. Puskas J.D., Williams W.H., Mahoney EM. Off-pump vs conventional coronary artery bypass grafting: early and 1-year graft patency, cost, and quality-of-life outcomes: a randomized trial. *JAMA*. 2004; 291(15):1841-1849. DOI:10.1001/jama.291.15.1841
  6. Cohen D.J., Van Hout B., Serruys P.W. Quality of life after PCI with drug-eluting stents or coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med*;364(11):1016-1026. DOI:10.1056/NEJMoa1001508
  7. Serruys P.W., Morice M.C., Kappetein A.P. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2009; 360(10):961-972. DOI: 10.1056/NEJMoa0804626
  8. Shennib H. Evolving strategies in minimally invasive coronary artery surgery. *Int J Cardiol*. 1997; 62(1):81-88.
  9. Calafiore A.M., De Giammarco G., Teodori G. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 1996; 61(6):1658-1663. DOI: 10.1016/0003-4975(96)00187-7
  10. Ziankou A.A., Ostrovsky Y.P., Laiko M.G. Hospital and mid-term results of prospective randomized controlled trial MICSREVS - Minimally Invasive Cardiac Surgery Revascularization Strategy. 30th EACTS Annual Meeting, Barcelona, Spain, 1-5 October 2016. Available at: <http://medialibrary.eacts.cyim.com/mediatheque/media.aspx?mediaId=18441&channel=10233>. (accessed 20.11.2016)
  11. Lemma M., Atanasiou T., Contino M. Minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass graft. *Multimed Man Cardio-Thoracic Surg*. Available at: <http://mmcts.oxfordjournals.org/content/2013/mmt007.full> (accessed 02.11.2017)
  12. McGinn JT Jr, Usman S., Lapierre H. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: Dual center experience in 450 consecutive patients. *Circulation* 2009; 120(11Suppl):78-84. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840041
  13. Nambiar P., Mittal C. Minimally Invasive Coronary Bypass Using Internal Thoracic Arteries via a Left Minithoracotomy "The Nambiar Technique". *Innovations (Phila)* 2013; 8(6):420-426. DOI: 10.1097/IMI.0000000000000035
  14. McGinn Jr JT, Shariff MA., Nabagiez JP. Minimally Invasive CABG is Safe and Reproducible: Report on the First Thousand Cases. Proceedings of the 14th ISMICS Annual scientific meeting; 2014 May 28-31; Boston, USA: Innovations; 2014; 158.
  15. Barsoum E.A., Azab B., Shah N. Long-term mortality in minimally invasive compared with sternotomy coronary artery bypass surgery in the geriatric population (75 years and older patients). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015; 47(5):862-867. DOI: 10.1093/ejcts/ezu267
  16. Une D., Lapierre H., Sohmer B. Can minimally invasive coronary artery bypass grafting be initiated and practiced safely?: a learning curve analysis. *Innovations (Phila)*. 2013; 8(6):403-409. DOI:10.1097/IMI.0000000000000019
  17. Новиков М.А., Попов В.А., Малышенко Е.С., Ревишвили А.Ш. Результаты минимально инвазивного эндоскопически ассистированного коронарного шунтирования в рамках рандомизированного исследования ENPILA. Евразийский кардиологический журнал. 2019; (2S): 352. DOI: 10.1097/IMI.0000000000000019

- Cardio-Thoracic Surg. Available at: <http://mmcts.oxfordjournals.org/content/2013/mmt007.full> (accessed 02.11.2017)
12. McGinn J.T., Usman S., Lapierre H. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: Dual center experience in 450 consecutive patients. Circulation 2009; 120(11Suppl):78-84. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840041](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840041)
13. Nambiar P., Mittal C. Minimally Invasive Coronary Bypass Using Internal Thoracic Arteries via a Left Minithoracotomy "The Nambiar Technique". Innovations (Phila) 2013; 8(6):420-426. DOI: [10.1097/IMI.0000000000000035](https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000035)
14. McGinn J.T., Shariff MA., Nabagiez JP. Minimally Invasive CABG is Safe and Reproducible: Report on the First Thousand Cases. Proceedings of the 14th ISMICS Annual scientific meeting; 2014 May 28-31; Boston, USA: Innovations; 2014;158.
15. Barsoum E.A., Azab B., Shah N. Long-term mortality in minimally invasive compared with sternotomy coronary artery bypass surgery in the geriatric population (75 years and older patients). Eur J Cardiothorac Surg. 2015; 47(5):862-867. DOI: [10.1093/ejcts/ezu267](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu267)
16. Une D., Lapierre H., Sohmer B. Can minimally invasive coronary artery bypass grafting be initiated and practiced safely?: a learning curve analysis. Innovations (Phila). 2013; 8(6):403-409. DOI: [10.1097/IMI.0000000000000019](https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000019)
17. Novikov M.A., Popov V.A., Malyshenko E.S., Revishvili A.Sh. Results of minimally invasive endoscopic-assisted coronary bypass grafting in the ENPILA randomized trial. Eurasian Cardiology Journal. 2019;(2S):352 DOI: [10.1097/IMI.0000000000000019](https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000019) [In Russ].

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Зеньков Александр Александрович** - [ORCID:0000-0002-7119-2340] д.м.н., заведующий кардиохирургическим отделением № 1 ФГБУ «ФЦСХ», г. Астрахань 414011, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4  
Заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии ФПО ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

**Исаев Максим Николаевич** - [ORCID: 0000-0002-9466-6051] врач-сердечно-сосудистый хирург, ФГБУ «ФЦСХ», г. Астрахань 414011, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4  
Сотрудник кафедры сердечно-сосудистой хирургии ФПО ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

**Чернов Игорь Ионович** - [ORCID:0000-0002-9924-5125] к.м.н., и.о. главного врача, заместитель главного врача по хирургической помощи ФГБУ «ФЦСХ», г. Астрахань 414011, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4  
Сотрудник кафедры сердечно-сосудистой хирургии ФПО ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

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

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

**Финансирование.** ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» МЗ РФ (г. Астрахань).

#### AUTHOR INFORMATION FORM

**Aleksandr A. Zenkov** - [ORCID:0000-0002-7119-2340] MD, PhD, Head of Cardiac Surgery Department №1 FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roshcha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414011

Head of the Department of Cardiovascular Surgery FPO, Astrakhan State Medical University FSBEI of HE "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation 121, Bakinskaya Str, Astrakhan, Russian Federation, 414000

**Maxim N. Isaev** - [ORCID: 0000-0002-9466-6051] MD, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department №1 FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roshcha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414011

Specialist Department of Cardiovascular Surgery FPO FSBEI of HE "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation 121, Bakinskaya Str, Astrakhan, Russian Federation, 414000

**Igor I. Chernov** - [ORCID: 0000-0002-9924-5125] MD, PhD, Deputy Chief Physician for Surgical Care, Cardiovascular Surgeon FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roshcha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414011

Specialist Department of Cardiovascular Surgery FPO FSBEI of HE "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation 121, Bakinskaya Str, Astrakhan, Russian Federation, 414000

**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 funded by the FSBI "Federal Center for Cardiovascular Surgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation (Astrakhan).

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## АССОЦИАЦИЯ ВАРИАНТНОЙ АНАТОМИИ ДУГИ АОРТЫ С АОРТАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ (reprint)

Б.Н. Козлов<sup>1,2</sup>, Д.С. Панфилов<sup>1,2</sup>, \*Е.А. Петракова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН»

<sup>2</sup>Кафедра госпитальной хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии.

Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Петракова Елизавета Анатольевна (Elizaveta A. Petrakova), e-mail: lizaveta\_petrakova@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** определить частоту ассоциации аортальных состояний у пациентов с общим отхождением брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии.

**Материалы и методы:** в ретроспективное исследование включены 194 пациента, оперированные в период 2017-2021 гг. по поводу расслоения аорты, а также аневризм восходящего отдела. Больные были разделены на 2 группы в зависимости от анатомического строения дуги аорты: первая группа – пациенты с общим отхождением брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии «бычья дуга» и вторая группа – пациенты с отсутствием аномалий супрааортальных сосудов (нормальная дуга). Были проанализированы антропометрические, клинические, эхокардиографические и томографические показатели пациентов обеих групп.

**Результаты:** в группе пациентов с аномальным отхождением супрааортальных сосудов статистически значимо чаще выявлялась аневризма грудной аорты в сравнении с группой нормальной анатомии сосудов дуги – 100% против 80,1% ( $p = 0,021$ ).

**Заключение:** общее отхождение брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии характеризуется более частой ассоциацией с аневризмой.

**Ключевые слова:** дуга аорты, аневризма восходящего отдела аорты, бычья дуга, общее отхождение брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии, расслоение аорты.

**Для цитирования.** Б.Н. Козлов, Д.С. Панфилов, Е.А. Петракова, «АССОЦИАЦИЯ ВАРИАНТНОЙ АНАТОМИИ ДУГИ АОРТЫ С АОРТАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ (reprint)». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 27–32.

## ASSOCIATION OF VARIANT AORTIC ARCH ANATOMY WITH AORTIC DISEASES (reprint)

Б.Н. Козлов<sup>1,2</sup>, Д.С. Панфилов<sup>1,2</sup>, \*Е.А. Петракова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Scientific Research Institute of Cardiology of the FSBSI «Tomsk National Research Medical Center of the RAS»

<sup>2</sup>Department of Hospital Surgery with a course in cardiovascular surgery, Siberian State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

### ABSTRACT

**Aim:** to assess the association between the common origin of the brachiocephalic trunk and the left common carotid artery (bovine arch branching pattern) with aortic diseases.

**Materials and methods:** a retrospective review of 194 medical records of patients who underwent surgical treatment of aortic dissection or ascending aneurysm between 2017 and 2021 were conducted. Patients were divided into two groups based on aortic arch anatomy: Group 1 included patients with a common origin of the brachiocephalic trunk and the left common carotid artery (bovine arch), and Group 2 included patients with a normal aortic arch anatomy without anomalies. Clinical and demographic data, echocardiographic findings, and radiological imaging data were analyzed for both groups.

**Results:** thoracic aortic aneurysm was detected significantly more frequently in Group 1 patients compared to Group 2 (100% vs. 80.1%,  $p=0.021$ ). No cases of aortic dissection were found in the bovine arch group.

**Conclusion:** the common origin of the brachiocephalic trunk and the left common carotid artery (bovine arch) is associated with a higher incidence of thoracic aortic aneurysm.

**Keywords:** aortic arch, thoracic aortic aneurysm, bovine arch, common origin of the brachiocephalic trunk and the left common carotid artery, aortic dissection.

## ВВЕДЕНИЕ

Нормальная анатомия дуги аорты характеризуется четкой дифференциацией супрааортальных сосудов (справа налево): брахиоцефальный ствол, левая общая сонная артерия, левая подключичная артерия. Данный вариант встречается в 97% случаев [1]. Однако в 3% случаев могут отмечаться аномалии строения и количества супрааортальных сосудов, обусловленных аберрациями эмбрионального периода [2, 3]. Среди целого ряда аномалий нередко выявляют самостоятельное отхождение позво-

ночной артерии от дуги аорты (5%), arteria lusoria (25%), аберрантная левая подключичная артерия (16%), аберрантная левая подключичная артерия в сочетании с пра-восторонней дугой (12%) [4-6]. При этом наиболее частой аномалией количества супрааортальных сосудов считается общее отхождение брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии или, так называемая, «бычья дуга» (58%) [2].

Данный вариант аномалии супрааортальных сосудов име-

ет несколько типов: брахиоцефальный ствол и левая общая сонная артерия имеют общий ствол (I тип). Устье левой общей сонной артерии отходит от брахиоцефального ствола (II тип). Брахиоцефальный ствол, левая общая сонная артерия и левая подключичная артерия имеют общий ствол (III тип, истинная бычья дуга). Чаще всего встречается I тип бычьей дуги [1, 7].

Существует предположение, что это состояние может предрасполагать к развитию заболеваний грудной аорты, в числе которых аневризмы и расслоение [8]. В противоположность этому имеются сведения о том, что подобная вариантная анатомия дуги аорты не ассоциирована с риском развития расслоения аорты [9, 10]. Таким образом, отсутствие однозначных корреляций в популяционных исследованиях побуждает к дальнейшему анализу ассоциаций между «бычьей дугой» и патологическими состояниями не только со стороны аорты, но также со стороны других органов и систем.

Цель исследования - определить частоту ассоциации аортальных состояний у пациентов с общим отхождением брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 194 пациента, которым проводилось оперативное вмешательство на грудной аорте по поводу аневризмы и/или расслоения в период с 2017 по 2021 гг. Для получения искомой информации проводили ретроспективный анализ медицинской документации обсуждаемых пациентов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом и выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. У всех пациентов было получено письменное информированное согласие.

В зависимости от особенностей анатомии супрааортальных сосудов все пациенты были разделены на две группы: первая группа – пациенты с общим отхождением брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии («бычья дуга»), во второй группе пациентов отсутствовали аномалии расположения и количества супрааортальных сосудов (нормальная дуга). Другие варианты анатомии сосудов дуги (изолированная позвоночная артерия, a. lusoria и др.) ( $n = 11$ ) были исключены из анализа. Сравнительный анализ в группах включал антропометрические, эхокардиографические, томографические показатели 183 пациентов.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Статистический анализ проводили с использованием пакета статистических программ Statistica 13.3 (США). С учетом неизвестного закона распределения данных были использованы непараметрические статистические методы. Непрерывные переменные представлены в виде медианы (Me) с интерквартильным размахом (25 и 75 перцентиль, %). Категориальные переменные представлены в виде числовых значений и процентов. Статистическую значимость межгрупповых различий непрерывных переменных определяли с использованием U-критерия Манна Уитни. Межгрупповое сравнение категориальных величин проводилось с использованием теста  $\chi^2$  или с помощью точного теста Фишера. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 183 пациентов, включенных в исследование, вариантная анатомия в виде общего отхождения брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии была отмечена у 32 человек, что составило 16,5% случаев. В структуре распределения аномалии I тип был выявлен в 93% случаев, II тип – в 7% случаев, III тип не был диагностирован ни у одного пациента. Анализ антропометрических параметров в когорте пациентов не выявил значимых межгрупповых различий (табл. 1). В обеих группах преобладали пациенты мужского пола. Возраст пациентов составил  $60,3 \pm 2,4$  лет. Росто-весовые характеристики пациентов в обеих группах были сопоставимы. Кроме этого, были проанализированы основные клинические данные у обсуждаемых пациентов (табл. 2).

При сравнительном анализе основной патологии обращал на себя внимание факт, что рассматриваемая аномалия супрааортальных сосудов («бычья дуга») обнаруживалась только у пациентов с аневризмами аорты. При этом не было выявлено ни одного случая общего отхождения брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии у пациентов с расслоением аорты.

В качестве фоновой патологии у пациентов с «бычьей дугой» преобладала дисплазия соединительной ткани (75%), в меньшей степени причиной основной патологии являлся атеросклероз (25%) без убедительных данных о статистической значимости различий по этому параметру между группами пациентов.

**Таблица 1. Антропометрическая характеристика пациентов**

Table 1. Clinical and demographic data of the study population

Показатели / Variable	«Бычья дуга» / Bovine arch (n = 32)	Нормальная дуга / Normal arch (n = 151)	P - уровень / p - value
Возраст, лет / Age, years	62 [29; 77]	59 [23; 79]	0,301
Мужской пол, n (%) / Male, n (%)	24 (75%)	109 (72,2%)	0,695
Вес, кг / Weight, kg	85,5 [60; 120]	82 [52; 137]	0,438
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> / BMI, kg/m <sup>2</sup>	28 [17,8; 63]	28,8 [19,3; 45]	0,270
ППТ, м <sup>2</sup> / BSA, m <sup>2</sup>	2,02 [1,6; 2,9]	1,96 [1,24; 2,9]	0,415

**Таблица 2. Структура основной, фоновой и сопутствующей патологии у пациентов**

Table 2. Underlying pathology and comorbidities in the study population

Заболевания / Disease	«Бычья дуга» / Bovine arch (n=32)	Нормальная дуга / Normal arch (n=151)	p – уровень / p - value
<b>Патология аорты / Aortic Disease</b>			
Аневризма восходящей аорты, n (%) / Ascending aortic aneurysm, n (%)	32 (100%)	121 (80,1%)	<b>0,021</b>
Расслоение аорты, n (%) / Aortic dissection, n (%)	0	30 (19,8%)	<b>0,005</b>
<b>Фоновая патология / Comorbidities</b>			
Атеросклероз, n (%) / Atherosclerosis, n (%)	8 (25%)	18 (12%)	0,054
Синдром Марфана, n (%) / Marfan syndrome, n (%)	0	1 (0,6%)	0,644
Дисплазия соединительной ткани, n (%) / Connective tissue dysplasia, n (%)	24 (75%)	132 (87,4%)	0,072
<b>Сопутствующая патология / Comorbidities</b>			
Дислипидемия, n (%) / Dislipidemia, n (%)	6 (18,8%)	16 (10,5%)	0,197
Ишемическая болезнь сердца, n (%) / Coronary artery disease, n (%)	9 (28,1%)	40 (26,4%)	0,209
Сахарный диабет, n (%) / Diabetes mellitus, n (%)	1 (3,1%)	12 (7,9%)	0,334
Кисты почек (поликистоз), n (%) / Renal cyst, n (%)	2 (6,3%)	6 (3,9%)	0,567
Фибрилляция предсердий, n (%) / Atrial fibrillation, n (%)	5 (15,6%)	21 (13,9%)	0,482

**Таблица 3. Мультиспиральная компьютерная томография и эхокардиография**

Table 3. Computed tomography and echocardiographic findings

Параметры / Variables	«Бычья дуга» / Bovine arch (n=32)	Нормальная дуга / Normal arch (n=151)	p-уровень / p-value
<b>Мультиспиральная компьютерная томография / Computed tomography findings</b>			
Размер корня аорты, мм / Aortic root diameter, mm	46 [34; 70]	43 [30; 74]	0,038
Размеры аорты на уровне бифуркации легочного ствола, мм / Ascending aorta diameter, mm	51 [34; 69]	51 [22; 86]	0,894
Размер аорты на уровне дуги аорты, мм / Aortic arch diameter, m	41 [26; 50]	41 [23; 55]	0,495
<b>Эхокардиография / Echocardiographic findings</b>			
Фиброзное кольцо АК, мм / Aortic annulus, mm	26 [21; 36]	25 [19,5; 32]	0,469
Бикупидальный АК, n (%) / Bicuspid AV, n (%)	7 (21,8%)	52 (34,4%)	0,301
Недостаточность АК 2+, n (%) / AV Insufficiency 2+, n (%)	7 (21,8%)	43 (28,4%)	0,497

**Примечание:** АК – аортальный клапан. Данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала, n%.**Note:** AV – aortic valve. Data are presented as median and interquartile range, n%.

Сопоставление групп пациентов по частоте диагностируемой сопутствующей патологии (дислипидемия, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, кисты почек, фибрилляция предсердий) также не выявило статистически значимых различий.

Сравнивая данные инструментальных исследований в обсуждаемых группах, были получены следующие результаты (**табл. 3**).

Измерения грудной аорты на различных уровнях с помощью мультиспиральной компьютерной томографии показали, что у пациентов с «бычьей дугой» при сопоставимых размерах средней части восходящей аорты и дуги аорты был дилатирован корень аорты. Различие между группами

ми по этому показателю достигло порога статистической значимости ( $p = 0,038$ ).

Анализ частоты встречаемости сочетанной аномалии супрааортальных сосудов и аортального клапана (бикупидальный аортальный клапан) не выявил статистически значимых различий между пациентами с вариантной и нормальной анатомией сосудов дуги аорты ( $p = 0,301$ ). Также значимо не различались результаты функциональности аортального клапана у пациентов обеих групп. Так, доля пациентов с недостаточностью аортального клапана 2+ степени в группах «бычье» и нормальной дуги аорты составила 21,8% против 28,4% ( $p = 0,497$ ) соответственно.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным литературы, частота встречаемости аномалий ветвей дуги аорты составляет до 3% в популяции, при этом «бычья дуга» является наиболее распространенной из всех аномалий дуги и занимает в этой структуре около 58% [2].

Однако до сих пор остается дискутабельным вопрос клинической значимости аномалии дуги в виде общего отхождения брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии. Dumfarth J. и соавт. отмечают, что «бычья дуга» встречается в 24,6% случаев у пациентов с различной патологией грудной аорты [11], а Wanamaker K. и соавт. связывают «бычью дугу», сопровождающую изолированной левой позвоночной артерией, с повышенным риском диссекции аорты [12].

Morrehead P. и соавт., сообщили о 31,1% случаев общего отхождения брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии среди пациентов с патологией грудной аорты [13]. Нами ретроспективно была выявлена варианная анатомия в виде общего отхождения брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии у 32 из 183 человек, оперированных на дуге аорты за последние 5 лет, что составило 16,5% случаев. Важно отметить, что это была выборка пациентов с патологией аорты (аневризмы и диссекции грудной аорты), требующие оперативного лечения, а не общеклиническая группа пациентов.

Имеются единичные литературные данные о связи аномалии сосудов дуги аорты и бикусpidального аортального клапана [1]. Исходя из данных нашего исследования, встречаемость двусторчатого аортального клапана у пациентов с «бычьей дугой» и без этой аномалии статистически не различалась – 7 (21,8%) против 52 (34,4%) ( $p = 0,301$ ). Учитывая, что все обсуждаемые нами пациенты имели патологию грудной аорты, прямая связь бикусpidального аортального клапана и аномального отхождения супрааортальных сосудов дуги представляется сомнительной. Хотя тот факт, что более 30% обсуждаемых пациентов, имели бикусpidальный клапан, свидетельствует о важности наблюдения за этими людьми в аспекте рисков развития аортопатии.

Самым важным результатом в нашем исследовании явилось то, что частота встречаемости аневризмы грудной аорты была статистически значимо больше среди пациент-

тов с аномальным развитием сосудов дуги по сравнению с группой больных, имеющих нормальный вариант отхождения супрааортальных сосудов – 32 (100%) против 121 (80,1%) ( $p = 0,021$ ). В доступной литературе также имеются сведения о связи «бычьей дуги» и аневризмы грудной аорты. Так, по данным Hornick M. и соавт., у людей с общим отхождением брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии наблюдается большая скорость увеличения размеров аорты (мм/год) по сравнению с нормальной дугой ( $p = 0,004$ ) и чаще встречается аневризма восходящего отдела аорты ( $p = 0,001$ ), чем у людей с типичным расположением сосудов дуги [8].

Расслоение (без аневризмы) грудной аорты было выявлено нами только среди пациентов с нормальной анатомией дуги.

Шаданов А.А. с соавт. рассматривая влияние вариантной анатомии супрааортальных сосудов на состояние грудной аорты, также отмечают, что при «бычье дуге» частота встречаемости расслоения аорты реже, чем при нормальной дуге [9]. Кроме того, было установлено, что при отсутствии межгрупповых различий по частоте расслоения аорты типов А и В, летальность у пациентов с «бычье дугой» при расслоении типа В статистически значимо выше [14].

Таким образом, можно предположить, что развитие различных патологий аорты при «бычье дуге» связано с изменением скорости и формы кровотока с оказанием опосредованного негативного влияния на стенку аорты. Однако данное предположение пока не имеет серьезной доказательной базы и требует дополнительных исследований для детального изучения вопроса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования были получены статистически значимые данные о превалировании анатомической аномалии «бычья дуга» среди пациентов с аневризмой грудной аорты. Однако однозначно утверждать, что «бычья дуга» является предиктором аневризмы восходящего отдела аорты, преждевременно. В связи с распространенностью данной аномалии требуется более предвзятое отношение к оценке рисков прогрессирования размеров грудной аорты до аневризмы и диссекции аорты. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Layton K.F., Kallmes D.F., Cloft H.J., et al. Bovine Aortic Arch Variant in Humans: Clarification of a Common Misnomer. American Journal of Neuroradiology 2006; 27(7):1541-1542.
2. Yousef S., Singh S., Alkukhun A., Alturkmani B., et al. Variants of the aortic arch in adult general population and their association with thoracic aortic aneurysm disease. J Card Surg. 2021; 36(7):2348-2354. DOI: [10.1111/jocs.15563](https://doi.org/10.1111/jocs.15563)
3. Susanin N.V., Odintsov N.S., Vanyurkin A.G., et al. Endovascular aortic arch surgery: a single center experience. Russian Journal of Endovascular Surgery 2022; 9(1):38-44. DOI: [10.24183/2409-4080-2022-9-1-38-44](https://doi.org/10.24183/2409-4080-2022-9-1-38-44)
4. McElhinney D.B., Thompson L.D., Weinberg P.M., et al. Surgical approach to complicated cervical aortic arch: anatomic, developmental, and surgical considerations. Cardiol Young. 2000; 10(3):212-9.
5. Cinà C.S., Althani H., Pasenau J., et al. Kommerell's diverticulum and its association with aortic arch aneurysms. Ann Thorac Surg. 2010; 89(5):1551-6.

- ulum and right-sided aortic arch: a cohort study and review of the literature. *J Vasc Surg.* 2004 Jan;39(1):131- 9.
6. Kozlov B.N., Panfilov D.S., Saushkin V.V., et al. Hybrid treatment of aortic dissection associated with Kommerell's diverticulum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016; 22(6):8545. DOI: [10.1093/icvts/ivw031](https://doi.org/10.1093/icvts/ivw031)
7. Goldsher Y.W., Salem Y., Weisz B., et al. Bovine aortic arch: Prevalence in human fetuses. *J Clin Ultrasound.* 2020;48: 198-203.
8. Hornick M., Moomiaie R., Mojibian H., et al. 'Bovine' aortic arch - a marker for thoracic aortic disease. *Cardiology.* 2012;123(2):116-24. DOI: [10.1159/000342071](https://doi.org/10.1159/000342071)
9. Shadanov A.A., Sirota D.A., Bergen T.A., et al. Anatomical variability in the structure of the arch and thoracic aorta and its influence on aorta related pathological conditions. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery* 2020; 24(4):72-82. DOI: [10.21688/1681-3472-2020-4-72-82](https://doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-72-82)
10. Abugov S.A., Polyakov R.S., Karamyan D.A., et al. Modern condition of the problem of endovascular treatment in type B aortic dissection. *Russian Journal of Endovascular Surgery* 2021; 8(2):121-34. DOI: [10.24183/2409-4080-2021-8-2-121-134](https://doi.org/10.24183/2409-4080-2021-8-2-121-134)
11. Dumfarth J., Chou AS., Ziganshin BA., et al Atypical aortic arch branching variants: a novel marker for thoracic aortic disease. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery.* 2015; 149(6):1586-92.
12. Wanamaker K.M., Amadi C.C., Mueller J.S., et al Incidence of aortic arch anomalies in patients with thoracic aortic dissections. *J Card Surg.* 2013; 28(2):151-4. DOI: [10.1111/jocs.12072](https://doi.org/10.1111/jocs.12072)
13. Moorehead PA., Kim AH., Miller CP., et al Prevalence of Bovine Aortic Arch Configuration in Adult Patients with and without Thoracic Aortic Pathology. *Ann Vasc Surg.* 2016; 30:132-7.
14. Mylonas S.N., Barkans A., Ante M., et al Prevalence of Bovine Aortic Arch Variant in Patients with Aortic Dissection and its Implications in the Outcome of Patients with Acute Type B Aortic Dissection. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018; 55(3): 385-391. DOI: [10.1016/j.ejvs.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.12.005)

## REFERENCES

1. Layton K.F., Kallmes D.F., Cloft H.J., et al Bovine Aortic Arch Variant in Humans: Clarification of a Common Misnomer. *American Journal of Neuroradiology* 2006; 27(7):1541-1542.
2. Yousef S., Singh S., Alkukhun A., Alturkmani B., et al Variants of the aortic arch in adult general population and their association with thoracic aortic aneurysm disease. *J Card Surg.* 2021; 36(7):2348-2354. DOI: [10.1111/jocs.15563](https://doi.org/10.1111/jocs.15563)
3. Susanin N.V., Odintsov N.S., Vanyurkin A.G., et al Endovascular aortic arch surgery: a single center experience. *Russian Journal of Endovascular Surgery* 2022; 9(1):38-44 DOI: [10.24183/2409-4080-2022-9-1-38-44](https://doi.org/10.24183/2409-4080-2022-9-1-38-44) [In Russ].
4. McElhinney D.B., Thompson L.D., Weinberg P.M., et al Surgical approach to complicated cervical aortic arch: anatomic, developmental, and surgical considerations. *Cardiol Young.* 2000;10(3):212-9.
5. Cinà C.S., Althani H., Pasenau J., et al Kommerell's diverticulum and right-sided aortic arch: a cohort study and review of the literature. *J Vasc Surg.* 2004 Jan;39(1):131- 9.
6. Kozlov B.N., Panfilov D.S., Saushkin V.V., et al. Hybrid treatment of aortic dissection associated with Kommerell's diverticulum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016; 22(6):8545. DOI: [10.1093/icvts/ivw031](https://doi.org/10.1093/icvts/ivw031)
7. Goldsher Y.W., Salem Y., Weisz B., et al. Bovine aortic arch: Prevalence in human fetuses. *J Clin Ultrasound.* 2020;48: 198-203.
8. Hornick M., Moomiaie R., Mojibian H., et al. 'Bovine' aortic arch - a marker for thoracic aortic disease. *Cardiology.* 2012;123(2):116-24. DOI: [10.1159/000342071](https://doi.org/10.1159/000342071)
9. Shadanov A.A., Sirota D.A., Bergen T.A., et al Anatomical variability in the structure of the arch and thoracic aorta and its influence on aorta related pathological conditions. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery* 2020; 24(4):72-82 DOI: [10.21688/1681-3472-2020-4-72-82](https://doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-72-82) [In Russ].
10. Abugov S.A., Polyakov R.S., Karamyan D.A., et al Modern condition of the problem of endovascular treatment in type B aortic dissection. *Russian Journal of Endovascular Surgery* 2021; 8(2):121-34. DOI: [10.24183/2409-4080-2021-8-2-121-134](https://doi.org/10.24183/2409-4080-2021-8-2-121-134) [In Russ].
11. Dumfarth J., Chou AS., Ziganshin BA., et al Atypical aortic arch branching variants: a novel marker for thoracic aortic disease. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery.* 2015; 149(6):1586-92.
12. Wanamaker K.M., Amadi C.C., Mueller J.S., et al Incidence of aortic arch anomalies in patients with thoracic aortic dissections. *J Card Surg.* 2013; 28(2):151-4. DOI: [10.1111/jocs.12072](https://doi.org/10.1111/jocs.12072)
13. Moorehead PA., Kim AH., Miller CP., et al Prevalence of Bovine Aortic Arch Configuration in Adult Patients with and without Thoracic Aortic Pathology. *Ann Vasc Surg.* 2016; 30:132-7.
14. Mylonas S.N., Barkans A., Ante M., et al Prevalence of Bovine Aortic Arch Variant in Patients with Aortic Dissection and its Implications in the Outcome of Patients with Acute Type B Aortic Dissection. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018; 55(3): 385-391. DOI: [10.1016/j.ejvs.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.12.005)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Козлов Борис Николаевич** - [ORCID: 0000-0002-0217-7737] д.м.н., руководитель отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии, ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН» 634012, Российская Федерация, г. Томск, ул. Киевская, 111а

Профессор кафедры госпитальной хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии, Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России 634050, Российская Федерация, г. Томск, Московский тракт, 2

**Панфилов Дмитрий Сергеевич** - [ORCID: 0000-0003-2201-350X] д.м.н., старший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии, ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН»

634012, Российская Федерация, г. Томск, ул. Киевская, 111а профессор кафедры госпитальной хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии, Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России 634050, Российская Федерация, г. Томск, Московский тракт, 2

**Петракова Елизавета Анатольевна** - [ORCID: 0000-0001-5912-8752], клинический ординатор отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии, ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН» 634012, Российская Федерация, г. Томск, ул. Киевская, 111а

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

**Финансирование.** Спонсорская поддержка фирм-производителей не оказывалась.

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

## AUTHOR INFORMATION FORM

**Boris N. Kozlov** - [ORCID: 0000-0002-0217-7737] M.D., Ph.D., Head of the Department of Cardiovascular Surgery at The Scientific Research Institute of Cardiology, FSBSI «Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences» 111a, Kievskaya Str, Tomsk, Russian Federation, 634012

Professor at the Department of Hospital Surgery with the Course of Cardiovascular Surgery,  
Siberian State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
2, Moskovsky trakt, Tomsk, Russian Federation, 634050

**Dmitri S. Panfilov** - [ORCID: 0000-0003-2201-350X] M.D., Ph.D., Senior Researcher at the Department of Cardiovascular Surgery,  
The Scientific Research Institute of Cardiology, FSBSI «Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences» 111a, Kievskaya Str, Tomsk, Russian Federation, 634012

Assistant at the Department of Hospital Surgery with the Course of Cardiovascular Surgery,  
Siberian State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation  
2, Moskovsky trakt, Tomsk, Russian Federation, 634050

**Elizaveta A. Petrakova** - [ORCID: 0000-0001-5912-8752] M.D., Resident at the Department of Cardiovascular Surgery,  
The Scientific Research Institute of Cardiology, FSBSI «Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences» 111a, Kievskaya Str, Tomsk, Russian Federation, 634012

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

**Funding.** There was no sponsorship from companies.

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

3.1.12. Анестезиология и реаниматология (медицинские науки)  
3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРФУЗИИ У КОМОРБИДНЫХ ПАЦИЕНТОВ (reprint)

\*Р.А. Корнелюк<sup>1</sup>, А.В. Гейзе<sup>1</sup>, Г.П. Плотников<sup>1</sup>, М.Н. Козлова<sup>1</sup>, В.А. Попов<sup>1,2</sup>, А.Ш. Ревишвили<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Корнелюк Роман Александрович (Roman A. Kornelyuk), e-mail: rkornelyuk@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель:** оценить эффективность различных интраперфузионных методов удаления медиаторов воспаления и метаболитов, а также их влияние на снижение частоты органной дисфункции в послеоперационном периоде при длительном искусственном кровообращении у больных с сопутствующей патологией.

**Материалы и методы:** проведено одноцентровое ретроспективное нерандомизированное исследование 154 пациентов с коморбидной патологией и кардиохирургическими вмешательствами при искусственном кровообращении (ИК) длительностью ≥90 мин. Стандартизированное анестезиологическое обеспечение. Все пациенты были разделены на три группы: группа 1 (n=51) – стандартный экстракорпоральный контур с роллерной помпой, группа 2 (n=31) – гемофильтрация (ГФ) в контуре ИК, группа 3 (n=67) – гемодиафильтрация (ГДФ) с диализатором на основе полиметилметакрилата (ПММА). Группы сопоставимы по характеру операций, длительности ИК, времени пережатия аорты, выраженности сопутствующей патологии (дыхательная, почечная недостаточность, сахарный диабет). Проведена оценка концентрации биохимических маркеров органического повреждения, индекс оксигенации ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), уровень гемолиза по свободному гемоглобину (свHb) и маркеры воспалительной реакции - интерлейкин-6 (ИЛ-6), интерлейкин - 10 (ИЛ-10), прокальцитонин (PCT), С-реактивный белок (СРБ), sTrem-1 исследовались через 1 ч после начала ИК и 24 ч после окончания ИК. Оценивались частота респираторных и почечных осложнений, дренажная кровопотеря в послеоперационном периоде, потребность в вазопрессорной поддержке, длительность лечения в реанимации и стационаре.

**Результаты:** при сопоставимых дозировках инотропной поддержки дозы вазопрессорной терапии значимо ниже в группе с применением ПММА, а в группе ГФ не требовалась. Уровень гемолиза по свHb, как и лактат, ниже в исследуемых группах, при этом в группе ПММА не превышали референсных значений. Анализ концентрации биологически активных молекул в крови больных показал, что фильтрация и сорбция при ИК снижают уровень воспалительных цитокинов и триггерных молекул системной воспалительной реакции. Длительность восстановления адекватного самостоятельного дыхания значимо выше в группе с классической перфузией, как и частота потребности в диализной-фильтрационной терапии.

**Заключение:** гемофильтрация с использованием полионного буферного раствора и диализного полиметилметакрилатового фильтра с сорбирующей способностью при длительном искусственном кровообращении у коморбидных пациентов позволяет снизить риски органной дисфункции в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** искусственное кровообращение, гемофильтрация, полиметилметакрилат, органная дисфункция, системная воспалительная реакция.

**Для цитирования.** Р.А. Корнелюк, А.В. Гейзе, Г.П. Плотников, М.Н. Козлова, В.А. Попов, А.Ш. Ревишвили, «ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРФУЗИИ У КОМОРБИДНЫХ ПАЦИЕНТОВ (reprint)». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 33–42.

## OPTIMIZING ORGAN PERFUSION IN COMORBID PATIENTS (reprint)

\*R.A. Kornelyuk<sup>1</sup>, A.V. Geyze<sup>1</sup>, G.P. Plotnikov<sup>1</sup>, M.N. Kozlova<sup>1</sup>, V.A. Popov<sup>1,2</sup>, A.Sh. Revishvili<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

**Aim:** to evaluate the effectiveness of perfusion methods for removing inflammatory mediators and metabolites, and their impact on reducing the incidence of postoperative organ dysfunction in patients with comorbidities undergoing prolonged cardiopulmonary bypass.

**Materials and methods:** a single-center retrospective non-randomized study included 154 comorbid patients who underwent cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) duration  $\geq 90$  minutes. Standardized anesthesia was administered. Patients were divided into three groups: Group 1 (n=51) – standard extracorporeal circuit with a roller pump; Group 2 (n=36) – hemofiltration (HF) during CPB; Group 3 (n=67) – hemodifiltration (HDF) with a polymethyl methacrylate (PMMA) dialyzer. The groups were comparable in terms of surgery type, CPB duration, aortic cross-clamp time, and severity of comorbidities (respiratory failure, renal failure, diabetes mellitus). Levels of biochemical markers of organ damage, oxygenation index ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), hemolysis by free hemoglobin (fHb), and inflammatory response markers – interleukin-6 (IL-6), interleukin-10 (IL-10), procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), sTREM-1 – were measured 1 hour after CPB initiation and 24 hours after its termination. The incidence of respiratory and renal complications, postoperative drainage blood loss, need for vasopressor support, and length of ICU and hospital stay were assessed.

**Results:** with comparable doses of inotropic support, the doses of vasopressor therapy were significantly lower in the PMMA group and were not required in the HF group. The degree of hemolysis by fHb and lactate levels were lower in the study groups, remaining within reference ranges in the PMMA group. Analysis of biologically active molecule concentrations showed that filtration and sorption during CPB reduced levels of inflammatory cytokines and trigger molecules of the systemic inflammatory response. The duration of adequate spontaneous breathing recovery was significantly longer in the conventional perfusion group, as was the need for renal replacement therapy.

**Conclusion:** hemofiltration using a polyionic buffer solution and a polymethyl methacrylate dialyzer filter with sorption capacity during prolonged cardiopulmonary bypass in comorbid patients can reduce the risks of organ dysfunction in the postoperative period.

**Keywords:** cardiopulmonary bypass, hemofiltration, polymethyl methacrylate, organ failure, systemic inflammatory response.

## ВВЕДЕНИЕ

Наиболее значимый вклад в патофизиологию осложнений искусственного кровообращения (ИК) вносит системная воспалительная реакция (СВР), выраженность которой зависит от операционной травмы, взаимодействия крови и искусственных поверхностей при экстракорпоральном кровообращении, ишемии/реперфузии, эндотоксемии и др. [1]. Вышеуказанные механизмы приводят к активации кинин-калликреиновой системы, системы комплемента, коагуляции и фибринолиза. В результате медиаторы воспаления запускают каскад воспалительных реакций, которые приводят к активации тромбоцитов, лейкоцитов, эндотелиальных клеток, воспалению в миокарде, легких и выбросу цитокинов, что провоцирует декомпенсацию сопутствующей патологии [2]. Увеличение количества пациентов с органными дисфункциями вследствие коморбидных заболеваний и расширение возрастных параметров для хирургического лечения кардиальной патологии сохраняют актуальность разработки способов минимизации системного воспалительного ответа [3-5]. Результаты исследований некоторых авторов о преимуществе центрифужного насоса над роликовым [6] при ИК остаются противоречивы, так как в большинстве исследований в основном описано влияние насосов на развитие СВР при длительности перфузии, не превышающей 90 минутного периода. С целью иммуномодуляции для нивелирования воспалительного ответа описаны и применяются различные гемофильтрационные (ультрафильтрация, плазмофильтрация, аппаратная гемофильтрация) и гемосорбционные (например, с полиметилметакрилатом) методики, но в то же время отмечается повышение уровня лактата сыворотки крови при их применении [7,8]. На сегодняшний день нет четких рекомендаций по выбору вида перфузии, не определена корреляция наличия провоспалительных медиаторов с развитием органной дисфункции во время и после длительных периодов ИК.

Цель работы - оценить эффективность различных интраперфузионных методов удаления медиаторов воспаления и метаболитов, а также их влияние на снижение частоты органной дисфункции в послеоперационном периоде при длительном искусственном кровообращении у больных с сопутствующей патологией.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одноцентровое ретроспективное нерандомизированное исследование с включением 154 пациентов с коморбидной патологией, последовательно поступавших в период с 2019 г. по 2022 г. в ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России для оперативного вмешательства. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (протокол № 002-2019 от 08.02.2019 г.). Все больные подписали информированное добровольное

согласие на участие. Критерии включения: пациенты с ишемической болезнью сердца и/или пороками клапанов сердца с фибрилляцией предсердий в анамнезе и сопутствующими заболеваниями (хронический пиелонефрит, хроническая обструктивная болезнь легких, сахарный диабет), нуждающиеся в операции аортокоронарного шунтирования и/или операции на клапанном аппарате сердца и процедуре «Лабиринт» при длительности ИК  $\geq 90$  мин. Критерии исключения: экстренные оперативные вмешательства, отсутствие согласия на участие в исследовании.

Все вмешательства выполнены одной операционно-анестезиологической бригадой. Во всех случаях стандартизированное анестезиологическое обеспечение (севоран + фентанил); миорелаксация цисатракурия бисилатом; экстракорпоральный контур с роликовым насосом (первичное заполнение контура ИК – 500мл полионного кристаллоидного раствора, 500 мл коллоидного, 200 мл 15% маннита, 10 тыс. ед. гепарина); расчетный индекс перфузии; кардиоплегия раствором Кустодиол® (GmbH, Германия). По методу перфузии сформировано три группы: группа 1 (группа сравнения, n=51) – стандартный экстракорпоральный контур с роллерной помпой; группа 2 (n=31) включала перфузию с высокообъемной гемофильтрацией (ГФ) (гемоконцентратор Maquet (Getinge Group, Швеция) с техническими параметрами: площадью фильтрующей поверхности фильтра – 0,71 см<sup>2</sup>, первичным объемом заполнения – 58 мл, фильтрационной способностью – 39 мл/мин, диаметр пор – 17000 Да), полионным буферным раствором MultiBic (Fresenius Medical Care, Германия) с концентрацией калия 4 ммоль/л 80 мл/мин и ультрафильтрацией для поддержания гидробаланса на уровне 8-10 мл/кг (гемоконцентраторы Maquet с объемом заполнения 65 мл и поверхностью мембранны 0,7 м<sup>2</sup>) в течение всего времени ИК [9]; группа 3 (n=67) – в контур ИК включался гемодиафильтр BK-2,1U (TORAY INDUSTRIES, INC., Япония) с мембраной на основе полиметилметакрилата (ПММА), обладающий сорбционными свойствами [10]. Группы не различались по основным клинико-антропометрическим данным. Сопутствующие заболевания исходно находились в стадии компенсации, что позволяло выполнить плановые хирургические вмешательства (**табл. 1**). С целью сопоставимости исходного и послеоперационного состояния для характеристики легочного повреждения использована степень дыхательной недостаточности, а для сопутствующего почечного повреждения - шкала RIFLE. По характеру оперативных вмешательств наблюдалась незначительные межгрупповые отличия, но по основным параметрам перфузии – длительности, пережатия аорты, кровопотери группы были сопоставимы.

Эффективность различных методов анализировали по изменению концентрации целевых лабораторных показателей исходно до начала ИК и через 24 часа. Целевые

**Таблица 1. Клинико-антропометрическая характеристика пациентов в группах**

Table 1. Clinical and demographic data of the study population

Показатель / Parameter	Группа 1 / Group 1, n=51	Группа 2 / Group 2, n=36	Группа 3 / Group 3, n=67	p 1/2; 1/3; 2/3
Пол, м/ж, n (%) [Min-Max] / Gender, male/female, n (%) (Min-Max)	41 (80,4) / 10 (19,6)	28 (77,8) / 8 (22,2)	54 (80,6) / 13 (19,4)	1/2 =0,7933 1/3=0,9999 2/3=0,7996
Возраст, лет, M [Q1-Q3] (Min-Max) / Age, years, M [Q1-Q3] (Min-Max)	70 [66-72,5] (61;78)	70,5 [65-73,25] (63;81)	70 [66-73] (61;82)	1/2=0,7189 1/3=0,5481 2/3=0,8773
ИМТ, M [Q1-Q3] (Min-Max) / BMI, M [Q1-Q3] (Min-Max)	29 [24,5-33,5] (15;46)	29,5 [25-34] (16;46)	29 [25-33] (18;44)	1/2 =0,6111 1/3=0,6215 2/3=0,8880
<b>Класс NYHA / NYHA class, n (%)</b>				
II	27 (52,9)	20 (55,5)	33 (49,2)	1/2=0,8306 1/3=0,7138 2/3=0,6795
III	24 (47,1)	16 (23,9)	34 (50,7)	1/2=0,8306 1/3=0,7138 2/3=0,6795
<b>Коморбидная патология / Comorbidities, n (%)</b>				
ОПН (RIFLE) / AKI	29 (56,8)	19 (52,7)	32 (47,7)	1/2=0,8272 1/3=0,3570 2/3=0,6823
Риск / Risk	10 (19,6)	8 (22,2)	14 (20,9)	1/2=0,7933 1/3=0,9999 2/3=0,9999
Повреждение / Injury	12 (23,5)	7 (19,4)	9 (13,4)	1/2=0,7937 1/3=0,224 2/3=5691
Недостаточность / Failure	7 (13,7)	4 (11,1)	9 (13,4)	1/2=0,9999 1/3=0,9999 2/3=0,9999
Дыхательная недостаточность / Respiratory failure	29 (56,9)	22 (61,1)	35 (52,2)	1/2=0,8255 1/3=0,7098 2/3=0,4135
I	8 (15,7)	9 (25)	14 (20,9)	1/2=0,4107 1/3=0,634 2/3=0,6292
II	13 (25,5)	7 (19,4)	9 (13,4)	1/2=0,609 1/3=0,1511 2/3=0,5691
III	8 (15,7)	6 (16,7)	12 (17,9)	1/2=0,9999 1/3=0,8085 2/3=0,9999
Сахарный диабет 1 тип / Type 1 diabetes mellitus	16 (31,4)	11(30,6)	20 (29,9)	1/2=0,9999 1/3=0,9999 2/3=0,9999
EuroSCORE 2, (Me [Q1-Q3] (Min-Max)	5 [4-6] (2;8)	4 [3,75-5] (2;7)	4 [3-6] (2;8)	1/2=0,3048 1/3=0,4555 2/3=0,7029

**Примечание:** ИМТ – индекс массы тела, NYHA – New York Heart Association Functional Classification (классификация выраженности хронической сердечной недостаточности Нью-Йоркской кардиологической ассоциации); ОПН – острая почечная недостаточность, R.I.F.L.E. – Risk, Injury, Failure, Loss, End-stage kidney disease (классификация ОПН); EuroSCORE 2 - European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (шкала оценки риска неблагоприятного исхода). Значения p приведены при межгрупповом сравнении.

**Note:** BMI – body mass index; NYHA – New York Heart Association Functional Classification; AKI – acute kidney injury; R.I.F.L.E. – Risk, Injury, Failure, Loss, End-stage kidney disease classification; EuroSCORE 2 - European System for Cardiac Operative Risk Evaluation. P-values are presented for the differences between the groups.

**Таблица 2. Клинические показатели через 24 часа после искусственного кровообращения, М [Q1-Q3] (Min-Max)**

Table 2. Clinical parameters 24 hours after cardiopulmonary bypass, M [Q1-Q3] (Min-Max)

Показатель / Parameter	Группа 1/ Group 1, n=51	Группа 2/ Group 2, n=36	Группа 3/ Group 3, n=67	p 1/2; 1/3; 2/3
Дренажные потери, мл / Drainage blood loss, mL	310 [250-355] (200;400)	300 [250-352,5] (200;400)	300 [250-350] (200;400)	1/2=0,6497 1/3=0,8312 2/3=0,7733
Допамин, мг/кг/мин / Dopamine, mg/kg/min	5 [4-7] (2;12)	4 [3-5] (0;10)	5 [4-6] (2;11)	1/2=0,005 1/3=0,2996 2/3=0,0216
Норадреналин, мг/кг/мин / Norepinephrine, mg/kg/min	0,05 [0,03-0,09] (0;0,6)	0 [0-0,03] (0;0,6)	0,03 [0-0,05] (0;0,3)	1/2=0,0341 1/3=0,0019 2/3=0,8258
Диурез, мл/час / Urine output, mL / hour	60 [50-72,5] (35;120)	87,5 [75-90] (45;135)	85 [70-90] (55;135)	1/2<<0,05 1/3<<0,05 2/3=0,564

**Примечание:** значения p – при межгрупповом сравнении (p 1/2, 1/3, 2/3).

**Note:** p-values are presented for the differences between the groups.

лабораторные показатели включали биохимические маркеры органного повреждения, индекс оксигенации ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), уровень гемолиза по свободному гемоглобину (свHb). Маркеры СВР (интерлейкин-6 (ИЛ-6), интерлейкин-10 (ИЛ-10), прокальцитонин (РСТ), С-реактивный белок (СРБ), sTrem-1 исследовались через 1 ч после начала ИК и 24 ч после окончания. Также оценивались клинические данные, такие как респираторные и почечные осложнения, дренажная кровопотеря в послеоперационном периоде, нарушения гемостаза, требующие коррекции и гемотрансфузии, потребность в прессорной поддержке, длительность лечения в реанимации и стационаре.

Статистический анализ данных осуществляли с помощью программ STATISTICA (data analysis software system), version 6 StatSoft, Inc. 2001 и Microsoft Office Excel, 2010. Описательная статистика для количественных переменных представлена в виде медианы и квартилей первого и третьего порядка, минимальных и максимальных значений. Для анализа совместимости выборок, представляющих собой некатегориальные данные, был использован точный метод Фишера. Для анализа совместимости параметрических данных выборок применялся t-критерий Стьюдента, допуская, что данные выборок имеют нормальное распределение ( $n \geq 30$ ) [11]. Достоверным уровнем статистической значимости принят уровень  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходно при поступлении в операционную группы были сопоставимы по уровню маркеров органного повреждения. Через 24 часа при межгрупповом сравнении течения послеоперационного периода дренажные потери в группах сопоставимы, что косвенно подтверждает отсутствие негативных влияний предлагаемых методик перфузии на гемостаз в послеоперационном периоде. В то же время,

при сопоставимых дозировках инотропной поддержки для профилактики сердечной недостаточности (по протоколу, принятому в клинике), дозы вазопрессорной терапии были значимо ниже в группе ПММА и не требовались в группе ГФ, что подтверждает минимизированную вазоплегию как следствие реперфузии в исследуемых группах. При этом перфузионное давление, обеспечивающее адекватный почечный кровоток и, соответственно, темп диуреза при равной стимуляции фуросемидом 100 мг/сутки, было более адекватным также в исследуемых группах (табл. 2).

Уровень гемолиза по свободному гемоглобину также ниже в исследуемых группах, а при использовании в дialisаторе полиметилметакрилатовой мембранны не превышает референсных значений, как, в свою очередь, и значения лактата, что демонстрирует отсутствие тканевой гипоксии при модифицированном перфузионном обеспечении. Улучшение легочной перфузии и достаточной доставки кислорода в исследуемых группах также подтверждается значимо более адекватным индексом оксигенации, что в конечном итоге и приводило к снижению длительности искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в послеоперационном периоде. Использование дialisных методик также обеспечило сохранение почечной функции ( $p_{1/2}=0,000000021$  и  $p_{1/3}=0,00000000452$  соответственно) (табл. 3).

Анализ концентрации биологически активных молекул в крови больных показал, что фильтрация и сорбция при ИК снижают уровень воспалительных цитокинов и триггерных молекул системной воспалительной реакции. Концентрации целевых анализов системного воспаления исследовались после окончания ИК через 1 час и через 24 часа. При внутригрупповом сравнении значения были довольно разнонаправленны. При «классической» перфузии значимо повышался провоспалительный ИЛ-6 при снижении противовоспалительного ИЛ-10 и повышении

**Таблица 3. Маркеры органного повреждения через 24 часа после искусственного кровообращения, M [Q1-Q3] (Min-Max)**

Table 3. Levels of organ damage markers 24 hours after cardiopulmonary bypass, M [Q1-Q3] (Min-Max)

Показатель / Parameter	Группа 1/ Group 1, n=51	Группа 2/ Group 2, n=36	Группа 3/ Group 3, n=67	p 1/2; 1/3; 2/3
Креатинин, ммоль/л / Creatinine, mmol/L	149 [130-184,5] (102;310)	120 [90-142,75] (67;186)	118 [101-142] (64;212)	1/2 << 0,05 1/3 << 0,05 2/3=0,6127
Лактат, ммоль/л / Lactate, mmol/L	3 [2,25-3,575] (1;6,2)	1,85 [1,275- 2,25] (0,5;3,5)	1,8 [1,4-2,2] (0,8;3,3)	1/2 << 0,05 1/3 << 0,05 2/3=0,9265
свHb, г/л /fHb, g/L	1,3 [0,7-2,1] (0,2;5)	0,4 [0,1-0,9] (0;1,1)	0,25 [0,045-0,7] (0;2,1)	1/2 << 0,05 1/3 << 0,05 2/3=0,3977
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> * (n=43)	245 [197,5-285,5] (145;340)	303 [284-321] (255;345)	295 [279-312] (240;354)	1/2 << 0,05 1/3<<0,05 2/3=0,2816

**Примечание:** свHb – свободный гемоглобин плазмы; PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>\* – индекс оксигенации, для выживших пациентов на спонтанном дыхании с FiO<sub>2</sub> 6 л и без ЭКМО. Значения p – при межгрупповом сравнении (1/2, 1/3, 2/3).

**Note:** fHb – free hemoglobin; PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>\* – the oxygenation index for spontaneously breathing survivors with 6 L FiO<sub>2</sub> without ECMO.

P-values are presented for the differences between the groups.

остальных маркеров кроме СРБ. При гемодиафильтрации также несколько повышался ИЛ-6 при прежнем уровне ИЛ-10 и прокальцитонина, но значимо снижались СРБ и триггерный рецептор миелоидных клеток. В группе с ПММА-диализатором, напротив, отмечалось значимое снижение провоспалительных интраплейкинов при повышении противовоспалительных маркеров, лейкоцитоза и прокальцитонина, и снижении СРБ и sTrem-1 (**табл. 4**). Тем не менее, при межгрупповом сравнении при исходно сопоставимых показателях интраплейкинов, в исследуемых группах уровень ИЛ-6 значимо ниже, а провоспалительного ИЛ-10 выше, чем при стандартной перфузии. Количество лейкоцитов и СРБ значимо меньше, а РСТ повышался. Также через сутки отмечалось значимое снижение sTrem-1 в исследуемых группах, но следует отметить, что в первый час после ИК этот показатель был существенно выше в группе сравнения (**табл. 4**).

Помимо доброкачественных изменений цитокинового статуса у больных, имело место достоверное улучшение течения послеоперационного периода в исследуемых группах (**табл. 5**).

Хотя все больные были экстубированы в первые послеоперационные часы, длительность восстановления адекватного самостоятельного дыхания значимо выше в группе сравнения. Частота сердечной недостаточности, потребовавшей необходимости в механической поддержке кровообращения (экстракорпоральной мембранный оксигенации), сопоставима в группах и была обусловлена в первую очередь характером оперативного вмешательства. Почечная дисфункция с потребностью в диализной терапии незначимо чаще манифестируала в группе сравнения. В исследуемых группах все это, в комплексе с меньшей потребностью в вазопрессорной поддержке, улучшенными респираторными и метаболическими пока-

зателями (**табл. 2, 3**), определило невысокую длительность лечения в реанимации и, соответственно, госпитализации (**табл. 5**). Летальность зависела от многих переменных, однако была незначимо выше в группе сравнения без модифицированной перфузии. Таким образом, снижение концентрации воспалительных цитокинов и отдельных маркеров органного повреждения, а также клинические данные свидетельствует о положительном влиянии обоих методов модифицированной перфузии на триггерные факторы системного воспалительного ответа и развитие органной дисфункции при длительном искусственном кровообращении.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В патогенез декомпенсации существующих у кардиохирургических пациентов коморбидных заболеваний значимый вклад вносит СВР, проявляющаяся от незначительных биохимических изменений до тяжелой органной недостаточности. Имеет значение и временной фактор – чем длительней период замещения функции сердца и легких, тем более выражена СВР [11]. В настоящее время разработаны различные фармакологические и механические методы снижения СВР – введение кортикоステроидов и антиоксидантов, интраоперационная ультрафильтрация, малоинвазивные экстракорпоральные контуры [12, 13]. Большинство известных способов снижения повреждающего действия ИК идут по пути применения систем с минимальной экстракорпоральной циркуляцией, улучшения биосовместимости путем специализированного покрытия, использования центрифужных перфузионных насосов [14-16]. Кроме того, активация лейкоцитов при ИК также является одним из важнейших факторов, приводящих к полиорганной дисфункции у пациентов после

**Таблица 4. Концентрация маркеров системного воспаления, М [Q1-Q3] (Min-Max)**

Table 4. Levels of systemic inflammatory markers, M [Q1-Q3] (Min-Max)

Показатель / Parameter	Группа 1/ Group 1, n=51	Группа 2/ Group 2, n=36	Группа 3/ Group 3, n=67	p 1/2; 1/3; 2/3
<b>Интерлейкин - 6, пг/мл / Interleukin - 6, pg/mL</b>				
1 час после ИК/ 1 hour after CPB	15,2 [11,2-19,75] (6,75;27,3)	14,75 [11,162-19,725] (6,95;27,3)	15,2 [11,2-19,8] (6,95;27,3)	1/2=0,9301 1/3=0,8292 2/3=0,7746
24 часа/ 24 hours after CPB	32,7 [29,15-47,7] (18,6;121,2)	19,8 [15,45-27,15] (8,95;41,2)	9,15 [5,2-13,4] (1,75;22,3)	1/2<<0,05 1/3<<0,05 2/3 <<0,05
р при сравнении через 1 и 24 часа/ p-value 1 vs. 24 hours	<<0,05	0,0003	<<0,05	
<b>Интерлейкин - 10, пг/мл / Interleukin - 10, pg/mL</b>				
1 час после ИК/ 1 hour after CPB	10,5 [7,95-12,75] (3,6;18,2)	9,825 [7,625-12,675] (3,6;18,2)	10,2 [7,1-12,6] (2,6;18,2)	1/2=0,7598 1/3=0,6895 2/3=0,9679
24 ч/ 24 hours after CPB	6,9 [5,1-10,175] (2,5;18,2)	8,5 [6,325-10,425] (4,1;19,2)	14,2 [10,175-16,65] (5,5;19,2)	1/3 =0,0638 1/3 <<0,05 2/3 <<0,05
р при сравнении через 1 и 24 часа / p-value 1 vs. 24 hours	0,0002	0,3017	<<0,05	
<b>Прокальцитонин, нг/мл / Procalcitonin, ng/mL</b>				
1 час после ИК/ 1 hour after CPB	0,2 [0,1-0,75] (0,03;1,4)	0,2 [0,1-0,8125] (0,03;1,4)	0,15 [0,1-0,75] (0,03;1,4)	1/2=0,9355 1/3=0,9231 2/3=0,8645
24 ч/ 24 hours after CPB	1,45 [0,9-1,9] (0,2;2,9)0	0,2 [0,1-0,05125] (0,05;1,2)	0,2 [0,07-0,6] (0;2)	1/2<<0,05 1/3 <<0,05 2/3=0,5401
р при сравнении через 1 и 24 часа / p-value 1 vs. 24 hours	<<0,05	0,2038	0,6147	
<b>C-реактивный белок, мг/л / C-reactive protein, mg/L</b>				
1 час после ИК/ 1 hour after CPB	5,6 [3,9-9,2] (2,9;14,8)	5,5 [3,85-9,425] (2,4;14,8)	5,6 [3,85-9,2] (2,9;14,5)	1/2=0,9161 1/3=0,9473 2/3=0,8657
24 ч/ 24 hours after CPB	7,8 [6-11,35] (3,3;16,4)	4,45 [3,1-6,5] (1,9;12,4)	4,8 [3,55-5,8] (2,5;12,3)	1/2 <<0,05 1/3 <<0,05 2/3 =0,8858
р при сравнении через 1 и 24 часа / p-value 1 vs. 24 hours	0,0073	0,0117	0,0005	
<b>sTREM-1, пг/мл / sTREM-1, pg/ mL</b>				
1 час после ИК/ 1 hour after CPB	176 [154,5-198] (115;405)	139 [116,75-164,5] (94;211)	140 [124-161] (88;234)	1/2=0,0021 1/3 <<0,05 2/3 <<0,05
24 ч/ 24 hours after CPB	184 [159-213,5] (118;335)	124 [103,5-147,25] (69;200)	123 [110-139] (67;211)	1/2 <<0,05 1/3 <<0,05 2/3 =0,7618
р при сравнении через 1 и 24 часа/ p-value 1 vs. 24 hours	<<0,05	<<0,05	<<0,05	

*Примечание: ИК – искусственное кровообращение; sTrem-1 – триггерный рецептор миелоидных клеток. Значения р – при межгрупповом сравнении (р 1/2, 1/3, 2/3).*

*Note: CPB – cardiopulmonary bypass; sTrem-1 – soluble triggering receptor expressed on myeloid cells-1. P-values are presented for the differences between the groups.*

**Таблица 5. Клиническая характеристика послеоперационного периода**

Table 5. Postoperative characteristics of the study group

Показатель/ Parameter	Группа 1 / Group 1, n=51	Группа 2 / Group 2, n=36	Группа 3 / Group 3, n=67	p 1/2; 1/3; 2/3
<b>Длительность ИВЛ п/о, мин / Postoperative ventilation time M [Q1-Q3] (Min-Max)</b>	790 [607,5-870] (365;1200)	240 [187,5-347,5] (105;525)	300 [215-385] (90;560)	1/2<<0,05 1/3 <<0,05 2/3=0,2141
<b>ЭКМО / ECMO, n (%)</b>	2(3,92)	1(2,7)	1(1,5)	1/2=0,9999 1/3=0,5775 2/3=0,9999
<b>Потребность в ПЗПТ / Need for RRT, n (%)</b>	6 (11,8)	1 (2,7)	2 (3)	1/2=0,2314 1/3=0,0748 2/3=0,9999
<b>Длительность в ОРИТ, часы / Length of the ICU stay, M [Q1-Q3] (Min-Max)</b>	11 [8,5-18] (4;78)	9 [6,75-13,5] (4;22)	7 [5-12] (2;32)	1/2=0,0377 1/3=0,0008 2/3=0,2618
<b>Длительность госпитализации, сутки / Lengths of the in-hospital stay, days M [Q1-Q3] (Min-Max)</b>	21 [16,5-31] (12;85)	16 [14-20,25] (10;34)	18 [15-22] (10;41)	1/2=0,0011 1/3=0,0008 2/3=0,2207
<b>Летальность / Mortality, n (%)</b>	6 (11,8)	2 (5,6)	2 (3)	1/2=0,461 1/3=0,0748 2/3=0,6099

**Примечание:** ИВЛ – искусственная вентиляция легких; п/о – после операции; ЭКМО – экстракорпоральная мембранные оксигенация; ПЗПТ – почечно-заместительная терапия; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии. Значения p 1/2, 1/3, 2/3 – при межгрупповом сравнении.  
**Note:** ECMO - extracorporeal membrane oxygenation; RRT - renal replacement therapy; ICU - intensive care unit. P-values are presented for the differences between the groups.

кардиохирургических вмешательств [17], поэтому некоторые авторы применяют фильтры, чтобы уменьшить активацию эндотелиальных клеток и трансэндотелиальную миграцию лейкоцитов. Основными недостатками этого метода являются повышенное сопротивление току крови, создание турбулентного кровотока и микроэмболии [18]. Модифицированные методики ультрафильтрации крови [16, 19], сорбционные и аферезные способы [20, 21] удаляют незначительные объемы жидкости, что не позволяет осуществить существенный перенос медиаторов системного воспаления через полупроницаемую мембрану гемофильтра, обеспечить дифференцированную элиминацию воспалительных и противовоспалительных агентов. Используемый при этом роликовый насос сам является источником инициации СВР и дополнительно травмирует форменные элементы крови. В то же время расширение количества пациентов с органными дисфункциями в следствие коморбидных заболеваний, расширение возрастных параметров для хирургического лечения кардиальной патологии, увеличение длительности ИК

при технологически сложных операциях [22] определяют актуальность поиска дальнейших вариантов минимизации СВР в течении ИК, которые позволили бы редуцировать, корректировать или удалять повреждающие факторы в течение перфузии, снижая возможность риска осложненного течения послеоперационного периода. Проведенный анализ применения высокообъемной пассивной гемофильтрации и современных диализаторов с сорбционными свойствами при длительном ИК показывает определенные преимущества в решении этой проблемы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гемодиафильтрация с использованием полионного буферного раствора и диализного фильтра на основе полиметилметакрилата с сорбирующими свойствами при длительном искусственном кровообращении у коморбидных пациентов позволяет снизить риски органной дисфункции в послеоперационном периоде. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Asimakopoulos G. Systemic inflammation and cardiac surgery: an update. *Perfusion* 2001; 16(5):353-360. DOI: [10.1177/02676591011600505](https://doi.org/10.1177/02676591011600505)
2. Laffey J.G., Boylan J.F., Cheng D.C. The systemic inflammatory response to cardiac surgery: implications for the anesthesiologist. *Anesthesiology* 2002; 97(1):215-252. DOI: [10.1097/00000542-200207000-00030](https://doi.org/10.1097/00000542-200207000-00030)
3. Esper S.A., Subramaniam K., Tanaka K.A. Pathophysiology of Cardiopulmonary Bypass: Current Strategies for the Prevention and Treatment of Anemia, Coagulopathy, and Organ Dysfunction. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2014; 18(2):161-176. DOI: [10.1177/1089253214532375](https://doi.org/10.1177/1089253214532375)
4. Плотников Г.П., Григорьев Е.В., Чижов А.В. и др. Ранняя экстракорпоральная детоксикация после кардиохирургических вмешательств. *Общая реаниматология*. 2009; 5(1):79. DOI: [10.15360/1813-9779-2009-1-79](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2009-1-79)
5. Барбараши Л.С., Плотников Г.П., Шукевич Д.Л. и др. Обоснование ранней заместительной почечной терапии при полиорганный недостаточности. *Общая реаниматология*. 2010; 6(6):29. DOI: [10.15360/1813-9779-2010-6-29](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2010-6-29)
6. Mlejnsky F., Klein A.A., Lindner J. et al. A randomised controlled trial of roller versus centrifugal cardiopulmonary bypass pumps in patients undergoing pulmonary endarterectomy. *Perfusion* 2015; 30(7):520-528. DOI: [10.1177/0267659114553283](https://doi.org/10.1177/0267659114553283)
7. Soliman R., Fouad E., Belghith M. et al. Conventional hemofiltration during cardiopulmonary bypass increases the serum lactate level in adult cardiac surgery. *Ann Card Anaesth.* 2016; 19(1):45-51. DOI: [10.4103/0971-9784.173019](https://doi.org/10.4103/0971-9784.173019)
8. Рубцов М.С., Шукевич Д.Л., Григорьев Е.В. Гемодинамические эффекты диализаторов на основе полисульфона и полиметилметакрилата при онлайн-гемодиафильтрации у кардиохирургических пациентов с нестабильной гемодинамикой и острым повреждением почек. *Анестезиология и реаниматология*. 2022; (3):25-31. DOI: [10.17116/anaesthesiology202203125](https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202203125)
9. Ревишвили А.Ш., Чагирев В.Н., Плотников Г.П. и др., Пат. 2723752 Российская Федерация, МПК A61M 1/00. Способ интраоперационной стабилизации гомеостаза пациента при кардиохирургическом вмешательстве в условиях длительного искусственного кровообращения; заявитель и патентообладатель ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (RU). - № 2019105378; заявл. 25.02.2019; опубл. 17.06.2020, Бюл. № 17. 2 с.
10. Григорьев Е.В., Плотников Г.П., Матвеева В.Г. и др., Пат. 2641173 Российская Федерация, МПК A61M 1/34. Способ предупреждения развития системного воспалительного ответа у кардиохирургических пациентов после искусственного кровообращения; заявитель и патентообладатель НИИ КПССЗ (RU). - № 2016142860; заявл. 31.10.2016; опубл. 16.01.2018, Бюл. № 2. 2 с.
11. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А.В. и др. «Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами» М.: ФИЗМАТЛИТ 2002; 224 с.
12. Warren O.J., Smith A.J., Alexiou C. et al. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass: part 1--mechanisms of pathogenesis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009; 23(2):223-231. DOI: [10.1053/j.jvca.2008.08.007](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2008.08.007)
13. Калиниченко А.П., Ломиворотов В.В., Князькова Л.Г. и др. Влияние метилпреднизолона на проницаемость капилляров при операциях в условиях искусственного кровообращения. *Общая реаниматология*. 2011; 7(2):39-44. DOI: [10.15360/1813-9779-2011-2-39](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-2-39)
14. Harmoinen A., Kaukinen L., Porkkala T. Et al. Off-pump surgery does not eliminate microalbuminuria or other markers of systemic inflammatory response to coronary artery bypass surgery. *Scand Cardiovasc J.* 2006; 40(2):110-116. DOI: [10.1080/14017430500401220](https://doi.org/10.1080/14017430500401220)
15. Pillai J.B., Suri R.M. Coronary artery surgery and extracorporeal circulation: the search for a new standard. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008; 22 (4): 594-610. DOI: [10.1053/j.jvca.2008.02.004](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2008.02.004)
16. Чарная М.А., Морозов Ю.А., Гладышева В.Г. и др. Влияние технических характеристик экстракорпоральных контуров на тромбоцитарное звено гемостаза, систему фибринолиза и развитие гемолиза. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2005;3:34-37.
17. Аверина Т.Б. Практический опыт и обоснование применения биосовместимых покрытий экстракорпорального контура для профилактики постперfusionных осложнений у детей. *Детские болезни сердца и сосудов*. 2007; 5: 39-44.
18. Fujii Y. The potential of the novel leukocyte removal filter in cardiopulmonary bypass. *Expert Rev Med Devices.* 2016;13(1):5-14. DOI: [10.1586/17434440.2016.1126179](https://doi.org/10.1586/17434440.2016.1126179)
19. Johnston K.A., Westover A.J., Rojas-Pena A. et al. Novel Leukocyte Modulator Device Reduces the Inflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass. *ASAIO J.* 2019; 65(4):401-407. DOI: [10.1097/MAT.0000000000000822](https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000000822)
20. Tallman R.D., Dumond M., Brown D. Inflammatory mediator removal by zero-balance ultrafiltration during cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2002; 17(2):111-115. DOI: [10.1191/0267659102pf540oa](https://doi.org/10.1191/0267659102pf540oa)
21. Хубулава Г.Г., Марченко С.П., Дубова Е.В. и др. Роль модифицированной ультрафильтрации в уменьшении системных проявлений воспаления в кардиохирургии. *Педиатр.* 2016; 7: 106-110. DOI: [10.17816/PED71106-110](https://doi.org/10.17816/PED71106-110)
22. Соловьева И.Н., Белов Ю.В. Высокообъемный плазмаферез в хирургии сердца и аорты. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2018; 15(2):25-31. DOI: [10.21292/2078-5658-2018-15-2-25-31](https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-2-25-31)

## REFERENCES

1. Asimakopoulos G. Systemic inflammation and cardiac surgery: an update. *Perfusion* 2001;16(5):353-360. DOI: [10.1177/026765910101600505](https://doi.org/10.1177/026765910101600505)
2. Laffey J.G., Boylan J.F., Cheng D.C. The systemic inflammatory response to cardiac surgery: implications for the anesthesiologist. *Anesthesiology* 2002; 97(1):215-252. DOI: [10.1097/00000542-200207000-00030](https://doi.org/10.1097/00000542-200207000-00030)
3. Esper S.A., Subramaniam K., Tanaka K.A. Pathophysiology of Cardiopulmonary Bypass: Current Strategies for the Prevention and Treatment of Anemia, Coagulopathy, and Organ Dysfunction. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2014; 18(2):161-176. DOI: [10.1177/1089253214532375](https://doi.org/10.1177/1089253214532375)
4. Plotnikov G.P., Grigoryev Y.V., Chizhov A.V. Et al. Early Extracorporeal Detoxification after Cardiosurgical Interventions. *General Reanimatology*. 2009; 5(1):79. DOI: [10.15360/1813-9779-2009-1-79](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2009-1-79) [In Russ].
5. Barbarash L.S., Plotnikov G.P., Shukevich D.L. Et al. Rationale for Early Renal Replacement Therapy for Multiple Organ Dysfunction. *General Reanimatology*. 2010; 6(6):29. DOI: [10.15360/1813-9779-2010-6-29](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2010-6-29) [In Russ].
6. Mejnsky F., Klein A.A., Lindner J. et al. A randomised controlled trial of roller versus centrifugal cardiopulmonary bypass pumps in patients undergoing pulmonary endarterectomy. *Perfusion* 2015; 30(7):520-528. DOI: [10.1177/0267659114553283](https://doi.org/10.1177/0267659114553283)
7. Soliman R., Fouad E., Belghith M. et al. Conventional hemofiltration during cardiopulmonary bypass increases the serum lactate level in adult cardiac surgery. *Ann Card Anaesth.* 2016; 19(1):45-51. DOI: [10.4103/0971-9784.173019](https://doi.org/10.4103/0971-9784.173019)
8. Rubtsov M.S., Shukevich D.L., Grigoriyev E.V. Et al. Hemodynamic effects of dialyzers based on polysulfone and polymethyl methacrylate in online hemodiafiltration in cardiac surgery patients with unstable hemodynamics and acute kidney damage. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2022; (3):25-31 DOI: [10.17116/anaesthesiology202203125](https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202203125) [In Russ].
9. Revishvili A. Sh., Chagirev V.N., Plotnikov G.P. et al; AV Vishnivesky National Medical Research Center of Surgery, assignee. The method of intraoperative stabilization of the patient's homeostasis during cardiac surgery with prolonged cardiopulmonary bypass. Russian Federation patent RU 2723752. 2020 Jun 06 [In Russ].
10. Grigoriev E.V., Plotnikov G.P., Matveeva V.G. et al; NII KPSSZ, assignee. The method for preventing the development of systemic inflammatory response in cardiac patients after cardiopulmonary bypass. Russian Federation patent RU 2016142860. 2018 Oct 31 [In Russ].
11. Kibzun AI, Goryainova ER, Naumov AV, Sirotin AN. Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika. Bazovyy kurs s primerami i zadachami M.: FIZMAT-LIT 2002; 224 s [In Russ].
12. Warren O.J., Smith A.J., Alexiou C. et al. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass: part 1-mechanisms of pathogenesis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009; 23(2):223-231. DOI: [10.1053/j.jvca.2008.08.007](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2008.08.007)
13. Kalinichenko AP, Lomivorotov VV, Knyazkova LG, Kornilov IA. Effect of Methylprednisolone on Capillary Permeability at Surgery under Extracorporeal Circulation. *General Reanimatology* 2011; 7(2):39-44 . DOI: [10.15360/1813-9779-2011-2-39](https://doi.org/10.15360/1813-9779-2011-2-39) [In Russ]
14. Harmoinen A., Kaukinen L., Porkkala T. Et al. Off-pump surgery does not eliminate microalbuminuria or other markers of systemic inflammatory response to coronary artery bypass surgery. *Scand Cardiovasc J.* 2006; 40(2):110-116. DOI: [10.1080/14017430500401220](https://doi.org/10.1080/14017430500401220)
15. Pillai J.B., Suri R.M. Coronary artery surgery and extracorporeal circulation: the search for a new standard. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008; 22 (4): 594-610. DOI: [10.1053/j.jvca.2008.02.004](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2008.02.004)
16. Charnaya MA, Morozov YuA, Gladysheva VG, Krapivkin IA. Vliyanie tekhnicheskikh kharakteristik ekstrakorporalnykh konturov na trombotsitarnoye zveno gemostaza. sistemu fibrinoliza i razvitiye gemoliza. Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya. 2005; 3:34-37 [In Russ].
17. Averina TB. Prakticheskiy opyt i obosnovaniye primeneniya biosovmestimykh pokrytiy ekstrakorporalnogo konturna dlya profilaktiki postperfuzionnykh oslozhneniy u detey. Detskiye bolezni serdtsa i sosudov. 2007; 5:39-44 [In Russ].
18. Fujii Y. The potential of the novel leukocyte removal filter in cardiopulmonary bypass. *Expert Rev Med Devices.* 2016; 13(1):5-14. DOI: [10.1586/17434440.2016.1126179](https://doi.org/10.1586/17434440.2016.1126179)
19. Johnston K.A., Westover A.J., Rojas-Pena A. et al. Novel Leukocyte Modulator Device Reduces the Inflammatory Response to Cardiopulmonary Bypass. *ASAIO J.* 2019; 65(4):401-407 DOI: [10.1097/MAT.0000000000000822](https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000000822)
20. Tallman R.D., Dumond M., Brown D. Inflammatory mediator removal by zero-balance ultrafiltration during cardiopulmonary bypass. *Perfusion.* 2002; 17(2):111-115. DOI: [10.1191/0267659102pf540oa](https://doi.org/10.1191/0267659102pf540oa)
21. Hubulava G.G., Marchenko S.P., Dubova E.V. et al. The role of modified ultrafiltration in reducing systemic manifestations of inflammation in cardiac surgery. *Pediatr.* 2016; 7:106-10 DOI: [10.17816/PED71106-110](https://doi.org/10.17816/PED71106-110) [In Russ].
22. Solovieva I.N., Belov Yu.V. High-volume plasmapheresis in cardiac and aortic surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation* 2018; 15(2):25-31. DOI: [10.21292/2078-5658-2018-15-2-25-31](https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-2-25-31) [In Russ].

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Корнелюк Роман Александрович** – [ORCID: 0000-0002-2654-2727] к.м.н., старший научный сотрудник отдела анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» Минздрава России 117997, Российской Федерации, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Гейзэ Антон Викторович** – [ORCID: 0000-0002-7145-8516] к.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» Минздрава России 117997, Российской Федерации, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Плотников Георгий Павлович** – [ORCID: 0000-0002-4291-3380] д.м.н., заведующий отделом анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» Минздрава России 117997, Российской Федерации, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Козлова Мария Николаевна** – [ORCID: 0000-0002-0554-7094] к.м.н., старший научный сотрудник клинико-диагностической лаборатории ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» Минздрава России 117997, Российской Федерации, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Попов Вадим Анатольевич** – [ORCID: 0000-0003-1395-2951] д.м.н., профессор, заведующий отделением кардиохирургии ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» Минздрава России 117997, Российской Федерации, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Профессор кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой хирургии, эндоваскулярной хирургии и аритмологии им. академика А.В. Покровского ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России** 125993, Российской Федерации, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

**Ревишвили Амирлан Шотаевич** – [ORCID: 0000-0003-1791-9163] академик РАН, д.м.н., профессор, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» Минздрава России. 115093, Российской Федерации, 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, Российской Федерации, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

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

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках реализации государственного задания ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. Вишневского» МЗ РФ 720000Ф.99.1.БН62АБ13000 (рег. №:ZUNE-2023-0009) по теме «Разработка подходов к улучшению результатов органной протекции и стабилизации гомеостаза при кардиохирургических вмешательствах в условиях искусственного кровообращения».

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

## AUTHOR INFORMATION FORM

**Roman A. Kornelyuk** – [ORCID: 0000-0002-2654-2727] M.D., Ph.D., Senior Researcher, Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care, Anesthesiologist-Intensivist, Intensive Care Unit

FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Anton V. Geyze** – [ORCID: 0000-0002-7145-8516] M.D., Ph.D., Anesthesiologist-Intensivist, Intensive Care Unit

FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Georgy P. Plotnikov** – [ORCID: 0000-0002-4291-3380] M.D., Ph.D., D.Sc., Head, Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care

FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Maria N. Kozlova** – [ORCID: 0000-0002-0554-7094] M.D., Ph.D., Senior Researcher, Clinical Diagnostic Laboratory

FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Vadim A. Popov** – [ORCID: 0000-0003-1395-2951] M.D., Ph.D., Professor, Head of the Department of Cardiac Surgery

FSBI «A.V. Vishnevsky National medical research center for surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117997

**Professor 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, bld1, Barrikadnaya St., Moscow, Russian Federation, 125993

**Amiran Sh. Revishvili** – [ORCID: 0000-0003-1791-9163] academician of the Russian Academy of Sciences, MD, PhD, General Director of The A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery

27, Bolshaya Serpukhovskaya St., 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, bld1, Barrikadnaya St., Moscow, Russian Federation, 125993

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

**Funding.** The study was conducted as part of the state assignment of the Federal State Budgetary Institution "A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery" of the Russian Ministry of Health 720000F.99.1.BN62AB13000 (registration no.: ZUNE-2023-0009) on the topic "Development of approaches to improving the results of organ protection and stabilization of homeostasis in cardiac surgery under conditions of artificial circulation."

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

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## ХИРУРГИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ ИЗ ПРАВОСТОРОННЕЙ МИНИТОРАКОТОМИИ: ОПЫТ ОДНОГО ЦЕНТРА

\*А.В. Протопопов, Р.М. Шарифулин, А.В. Богачев-Прокофьев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Протопопов Андрей Владимирович (Andrey V. Protopopov), e-mail: andrew-uss@yandex.ru

### АННОТАЦИЯ

**Введение:** минимально инвазивная хирургия через правостороннюю торакотомию является перспективной альтернативой стернотомии при вмешательствах на корне аорты.

**Цель исследования:** оценить безопасность и эффективность данного доступа у отдельной когорты больных.

**Материалы и методы:** в одноцентровое ретроспективное исследование включено 7 пациентов, перенесших реконструктивные операции (David, Bentall-deBono) через миниторакотомию во II межреберье с периферической бедренной канюляцией.

**Результаты:** в ходе исследования конверсий в срединную стернотомию не было. Медиана искусственного кровообращения составила 223 минуты, перекатия аорты - 150 минут. Зафиксирован один летальный исход в госпитальный период.

**Заключение:** правосторонняя миниторакотомия является безопасным и технически осуществимым доступом для выполнения реконструктивных вмешательств на корне и восходящей аорте, требуя специализированного инструментария и предоперационного КТ-планирования.

**Ключевые слова:** хирургия корня аорты, правосторонняя миниторакотомия, Bentall-deBono, минимально инвазивная кардиохирургия.

**Для цитирования.** А.В. Протопопов, Р.М. Шарифулин, А.В. Богачев-Прокофьев. «ХИРУРГИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ ИЗ ПРАВОСТОРОННЕЙ МИНИТОРАКОТОМИИ: ОПЫТ ОДНОГО ЦЕНТРА». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025;1(4): 43–49.

## SURGERY OF THE ASCENDING AORTA VIA RIGHT MINITHORACOTOMY: SINGLE-CENTER EXPERIENCE

\*A.V. Protopopov, R.M. Sharifulin, A.V. Bogachev-Prokophiev

Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction:** minimally invasive surgery via right minithoracotomy represents a promising alternative to sternotomy for aortic root procedures.

**Aim:** to evaluate the safety and efficacy of this approach in a selected patient cohort.

**Materials and methods:** a single-center retrospective study included 7 patients who underwent reconstructive operations (David procedure, Bentall-de Bono) via right minithoracotomy in the second intercostal space with peripheral femoral cannulation for cardiopulmonary bypass.

**Results:** no conversions to median sternotomy occurred during the study. The median cardiopulmonary bypass time was 223 minutes, and aortic cross-clamp time was 150 minutes. One in-hospital mortality was recorded.

**Conclusion:** right minithoracotomy proves to be a safe and technically feasible approach for performing reconstructive procedures on the aortic root and ascending aorta, while demanding specialised instrumentation and preoperative CT-based planning.

**Keywords:** aortic root surgery, right minithoracotomy, Bentall-deBono procedure, minimally invasive cardiac surgery.

## ВВЕДЕНИЕ

Минимально инвазивные технологии представляют собой быстро развивающееся направление в хирургии клапанов сердца и корня аорты. Правосторонняя передняя миниторакотомия является хирургическим доступом, который может служить отличной альтернативой срединной стернотомии у отдельных пациентов. Ряд исследований продемонстрировал, что результаты операций на аортальном клапане через миниторакотомию сопоставимы с результатами, полученными при стандартном доступе [1]. При этом минимально инвазивный доступ обладает рядом важных преимуществ, таких как снижение послеоперационной боли, продолжительности пребывания в стационаре, времени искусственной вентиляции легких, потребности в гемотрансфузиях и частоты развития острого повреждения почек.

Вмешательства на корне аорты требуют более сложной

техники и лучшей визуализации операционного поля. Несмотря на ограниченное применение миниторакотомии для хирургии корня аорты в большинстве клиник, ряд авторов показали безопасность и эффективность данной процедуры [2], а также раскрыли технические приемы, способствующие достижению оптимальных результатов [3,4]. Операция Bentall-deBono, являющаяся золотым стандартом при сочетанной патологии аортального клапана и восходящей аорты, была успешно адаптирована для выполнения через минимально инвазивный доступ. Johnson и соавт. детально описали технику проведения процедуры Bentall-deBono через правостороннюю миниторакотомию, подчеркнув важность периферической канюляции для искусственного кровообращения и использования специальных инструментов для подобной хирургии в условиях ограниченного пространства.

Для преодоления технических сложностей, связанных с наложением анастомозов, были предложены инновационные решения. В частности, применение автоматизированных сшивающих устройств для формирования проксимального анастомоза механического протеза с фиброзным кольцом аортального клапана позволяет стандартизировать технику выполнения операции и потенциально сократить время окклюзии аорты. Кроме того, использование видеоассистенции обеспечивает превосходную визуализацию глубоко расположенных структур корня аорты и восходящего отдела, что является критически важным для точного выполнения дистального анастомоза и предотвращения таких осложнений, как кровотечение [4].

Проведенный сравнительный анализ различных хирургических доступов подтверждает обоснованность применения миниторакотомии именно у отдельной когорты пациентов. Исследование Mikus и соавт., в котором сравнивались результаты операций на аортальном клапане через полную стернотомию, частичную стернотомию и миниторакотомию, не выявило значимых различий в отдаленной выживаемости и частоте основных сердечно-сосудистых событий. При этом в группе миниторакотомии были отмечены тенденции к более быстрой реабилитации и сокращению сроков госпитализации [1].

Целью текущего исследования является оценка безопасности и клинической эффективности правосторонней миниторакотомии как альтернативного хирургического доступа для выполнения реконструктивных операций на корне и восходящей аорте в отдельных случаях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено одноцентровое ретроспективное когортное исследование. В анализ включены данные 7 последовательных пациентов, перенесших реконструктивные вмешательства на корне и восходящей аорте через правостороннюю миниторакотомию в период с 2021 г. по 2022 г. Критериями включения являлись: наличие патологии корня аорты и/или восходящего отдела, требующей хирургической коррекции, и отбор мультидисциплинарной командой для выполнения вмешательства из миниминвазивного доступа на основании комплексной предоперационной оценки, включая данные компьютерной томографии грудной клетки для оценки анатомии дуги аорты, подвздошно-бедренных артерий и их соотношения с костными структурами. Критерии исключения: необходимость сопутствующих вмешательств на других клапанах сердца (кроме митрального клапана), коронарного шунтирования, экстренный характер операции, предшествующие операции справа на грудной клетке, ранее перенесенный и документально зафиксированный правосторонний плеврит.

### Хирургическая техника

Разрез длиной 5–6 см выполняется во втором межреберье, начиная от правого наружного края грудины. Последовательно рассекаются кожа и подкожная клетчат-

ка; производится вскрытие плевральной полости. В ходе выполнения доступа производится выделение и лигирование внутренней грудной артерии и вены. Устанавливается мягкотканый ранорасширитель и миниретрактор для разведения ребер. Перикард фиксируется несколькими держалками. Канюляция выполняется через бедренные сосуды. Поперечный разрез длиной 2–3 см производится под правой паховой связкой. Его достаточно для выделения лишь передней поверхности сосудов. После наложения кисетных швов, венозная и артериальная канюли вводятся по методике Сельдингера. Обязательным условием является выполнение периферической канюляции под контролем чреспищеводной эхокардиографии. Инициируется искусственное кровообращение. Пережатие аорты осуществляется с помощью гибкого зажима Cygnet (Vitalitec, Плимут, Массачусетс, США). Дренаж левого желудочка устанавливается через правую верхнюю легочную вену после пережатия аорты с целью профилактики аэроэмболии. В условиях выраженной аортальной недостаточности антеградная холодная кристаллоидная кардиоплегия (Кустодиол, Dr. F Köhler Chemie, Бенсхайм, Германия) доставляется непосредственно в устья коронарных артерий. В случае глубины раны, возможно применение специального инструментария для преодоления ограничений, связанных с минимально инвазивным доступом: длинный иглодержатель типа «RYDER» (Aesculap, Германия), короткие захваты типа «DeBakey» (Aesculap, Германия) и диссектор-пушер для проведения узлов (Knot Pusher, Aesculap, Германия). Более подробно представлено на **рисунках 1-4**.

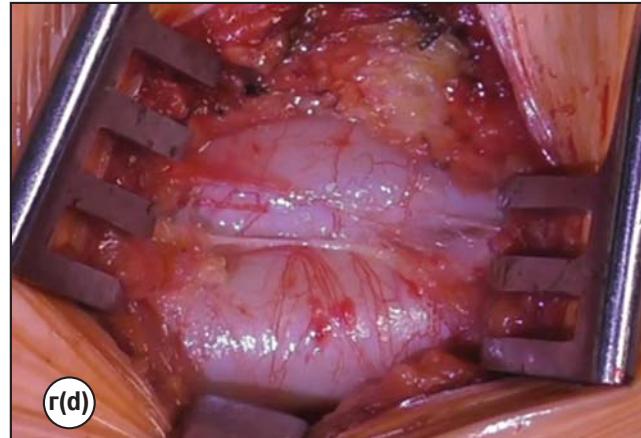
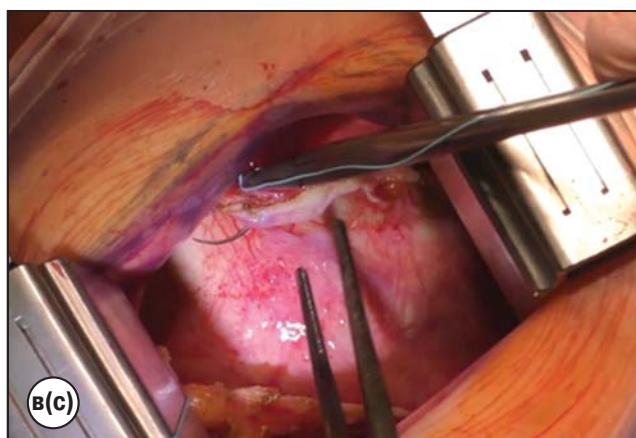
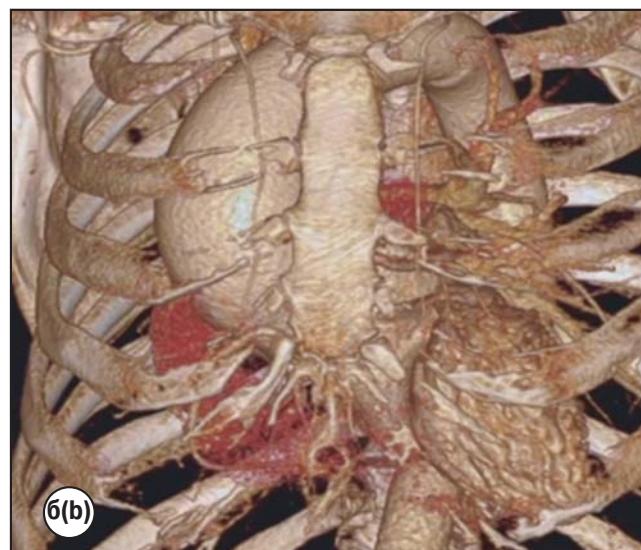
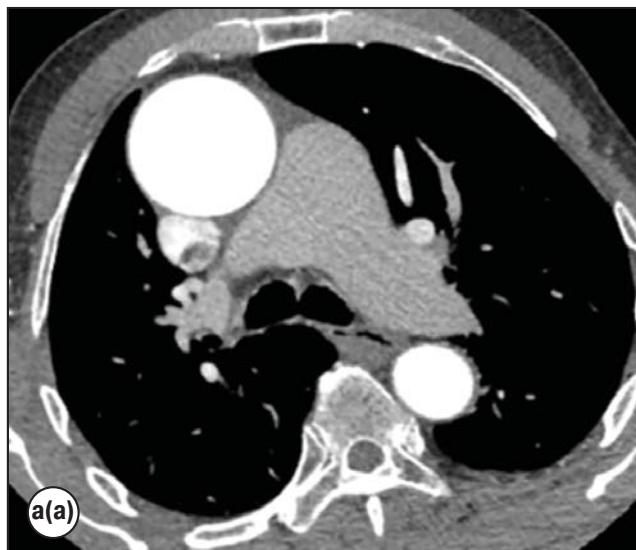
### Сбор и анализ данных

Для анализа использовались данные из протоколов операций и истории болезни. Оценивались следующие интра- и послеоперационные показатели: длительность искусственного кровообращения и пережатия аорты, длительность вентиляции, объем интраоперационной кровопотери, продолжительность пребывания в отделении реанимации и общий срок стационарного лечения, а также частота послеоперационных осложнений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Демографические и предоперационные характеристики пациентов

В исследование включено 7 пациентов (5 мужчин, 2 женщины) с медианой возраста 39 лет, которым выполнены реконструктивные вмешательства на корне и восходящей аорте. Спектр операций включал: операцию David (n=4), операцию Bentall-deBono (n=2) и комиссуропластику аортального клапана с супракоронарным протезированием восходящей аорты (n=1). Одному пациенту (14,3%) выполнена операция Bentall-deBono в сочетании с протезированием дуги аорты по типу "полудуги". Основными нозологиями явились аневризма восходящей аорты (n=4) и дилатация корня аорты с аортальной недостаточностью (n=3), более подробно представлено в **таблице**.



**Рис. 1.** Подготовительный этап предоперационного обследования и непосредственно интраоперационно.  
 а - МСКТ грудной аорты показывает анатомически «пригодное» расположение грудной аорты к правосторонней миниторакотомии;  
 б - 3D-реконструкция, показывающая взаимоотношения аорты скелетной части грудной клетки;  
 в - вскрытие перикарда, наложение швов-держалок, визуализация восходящей аорты;  
 г - периферическая канюляция, визуализированы бедренная артерия и вены.

**Fig. 1. Preoperative Planning and intraoperative view.**

a - CT angiography of the thoracic aorta demonstrates an anatomically “favorable” position of the thoracic aorta for a right minithoracotomy approach;

b - 3D reconstruction illustrating the spatial relationship between the aorta and the chest;

c - intraoperative view after pericardiectomy, with stay sutures placed for exposure and visualization of the ascending aorta;

d - peripheral cannulation site, with the femoral artery and vein clearly visualised for cardiopulmonary bypass establishment.

#### Интраоперационные данные

Все запланированные процедуры были успешно выполнены из минимально инвазивного доступа без необходимости конверсии в срединную стернотомию. Медиана времени искусственного кровообращения составила 223 минуты, медиана времени пережатия аорты - 150 минут. Наибольшая продолжительность искусственного кровообращения (470 минут) и пережатия аорты (228 минут) отмечена у пациента 25 лет с операцией David. Интраоперационных и послеоперационных осложнений, связанных с канюляцией бедренных сосудов или наложением анстомозов, зафиксировано не было.

#### Послеоперационные исходы

Медиана времени искусственной вентиляции легких составила 5 часов (4–8 часов). Медиана продолжительности пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии составила 1 сутки (1–2 суток). В послеоперационном периоде был зарегистрирован один случай летального исхода. У одного пациента наблюдалось преходящее нарушение ритма (фибрилляция предсердий), купированное медикаментозно. Ни одному из пациентов не потребовалось проведение рестернотомии по поводу кровотечения или тампонады сердца.

Данные контрольного наблюдения



**Рис. 2.** Выполнение основного этапа через правостороннюю миниторакотомию.  
а - декальцификация фиброзного кольца аортального клапана (операция Bentall-de Bono);  
б - прошивание клапанодержащего кондукта;  
в - реимплантация "кнопок" устьев коронарных артерий в неоаорту.

**Fig. 2.** Key surgical steps via right minithoracotomy.  
a - decalcification of the aortic valve annulus during a Bentall-de Bono procedure;  
b - suturing of the valved-conduit into position;  
c - reimplantation of the coronary artery "buttons" into the neoaorta.



**Рис. 3.** Конечный вид после операции.

а - герметизированная рана;  
б - контрольная МСКТ грудной аорты.

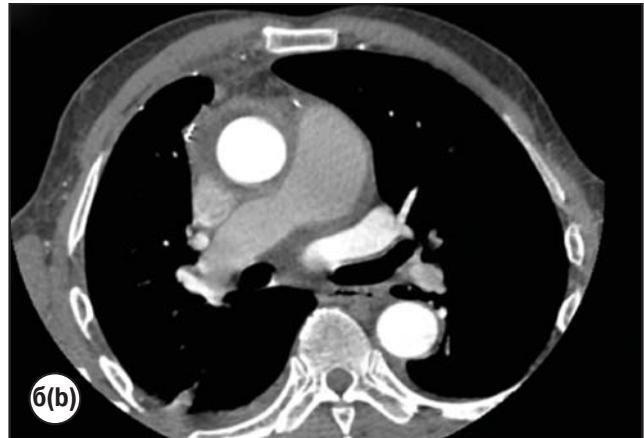
**Fig. 3.** Final postoperative view.  
a - the surgical wound after closure;  
b - follow-up CT angiography of the thoracic aorta demonstrating the positioned graft in the aortic root and ascending aorta with normal anatomical relationships and no evidence of complications.

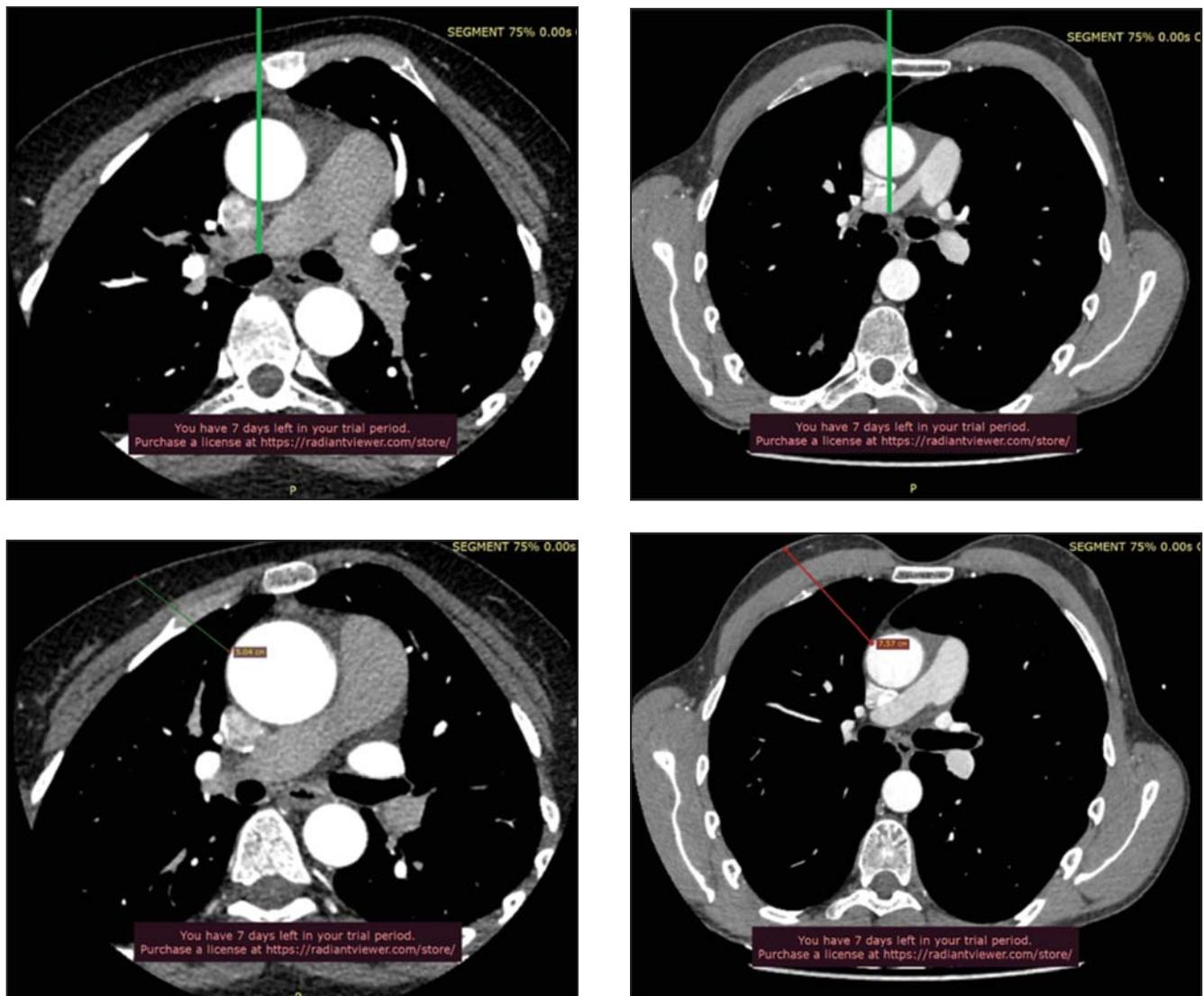
При выписке всем пациентам проводилась контрольная эхокардиография, которая не выявила признаков значимой остаточной патологии клапанов. Контрольная МСКТ грудной аорты также не показала несостоительности анастомозов. При контрольном осмотре через 30 дней после операции у 6 пациентов было неосложненное течение, признаков раневой инфекции или других серьезных осложнений зафиксировано не было.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящее исследование демонстрирует возможность выполнения всего спектра реконструктивных вмешательств на корне и восходящей аорте через правосторон-

нюю миниторакотомию. Полученные результаты, несмотря на ограниченный объем выборки, согласуются с данными литературы, подтверждающими безопасность и клиническую эффективность минимально-инвазивного подхода у тщательно отобранных пациентов. В исследовании не было зафиксировано ни одного случая конверсии в срединную стернотомию, что свидетельствует о технической выполнимости методики. Ключевыми факторами успеха, как и в работах других авторов, являются тщательный предоперационный отбор пациентов с оценкой анатомии с помощью компьютерной томографии и использование специализированного инструментария, обеспечивающего адекватную визуализацию и манипуляцию в условиях ограниченного операционного поля [4].





**Рис. 4.** «Пригодность» анатомического расположения восходящей аорты для реконструкции через правостороннюю миниторакотомию.

**Fig. 4.** Anatomical “feasibility” of the ascending aorta for reconstruction via right minithoracotomy.

Van Praet K. и соавт. в своем исследовании показали, что существует 4 типа взаимоотношений восходящей аорты и грудины [5]:

Тип Ia: восходящая аорта расположена полностью справа от грудины.

Тип Ib: более 50% просвета восходящей аорты располагается справа от грудины.

Тип II: более 50% просвета восходящей аорты расположено под грудиной.

Тип III: более 50% просвета восходящей аорты располагается слева от грудины.

Исходя из этих данных мультимодальная команда должна принять решение о возможности выполнения реконструктивного вмешательства через правостороннюю миниторакотомию. Исходя из опыта нашего центра и других коллег, идеальные кандидаты на соответствующую процедуру те пациенты, у кого просвет аорты расположен справа от гру-

дины не менее чем на 50% (тип Ia). Расстояние от кожного разреза до фиброзного кольца аортального клапана не должно быть более 16 см для лучшей визуализации и удобства хирурга. В большинстве случаев самым оптимальным является 2-ое межреберье. Текущие правила определены больше для замены аортального клапана, однако результаты текущего исследования демонстрируют возможность реконструктивного вмешательства на восходящей аорте. Видеоассистенция позволяет улучшить визуализацию при меньшем кожном разрезе [4].

По данным обзора современной литературы по данной проблеме, кривая обучения для выполнения вмешательств через правостороннюю миниторакотомию остается крайне длительной и составляет более 5 лет [6]. Начинать хирургию следует с замены аортального клапана, далее супракоронарное протезирование восходящей аорты.

**Таблица. Опыт НМИЦ имени академика Е.Н. Мешалкина**

Table. Clinical experience of E. Meshalkin National Medical Research Center

Пациент, лет / Patient, age	Вмешательство/ Procedure	ИК, мин/ CPB Time (min)	ОА, мин/ Aortic Cross-Clamp Time (min)	ОРИИТ, дни/ ICU Stay (days)	Койко-дни, дни / Hospital Stay (days)	Осложнения/ Complications
М, 67	BioBentall-deBono + hemiarch	265	148	6	23	Левосторонний пневмоторакс
М, 37	David	223	186	2	14	Нет
Ж, 32	David	185	150	1	15	Нет
М, 40	David	218	177	1	27	пневмония
М, 25	David	470	228			Летальный исход
М, 39	Bentall-deBono	155	110	1	7	Нет
Ж, 42	Комиссуропластика + Супракоронарное протезирование	154	80	1	20	Нет

*Примечание: ИК – искусственное кровообращение, ОА – окклюзия аорты.  
Note: CPB – cardiopulmonary bypass; ICU- intensive care unit.*

Показатели продолжительности искусственного кровообращения и пережатия аорты в нашей когорте закономерно варьировали, отражая разнородность выполненных процедур – от изолированной пластики до комбинированной операции Bentall-deBono с реконструкцией по типу “полудуги”. Несмотря на это, медианные значения сопоставимы с данными, приводимыми в исследованиях с выполнением миниторакотомии в хирургии корня аорты [1]. Летальный исход в раннем послеоперационном периоде у пациента с операцией David, подчеркивает, что сложность процедуры и, возможно, исходное состояние пациента остаются определяющими факторами прогноза. Данное наблюдение указывает на необходимость особенно взвешенного отбора на начальных этапах освоения методики, особенно на начальных этапах выполнения реконструктивных вмешательств через соответствующий доступ [7]. Послеоперационное течение у большинства пациентов было неосложненным, с низкой частотой осложнений и коротким сроком пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии, что соответствует одному из ключевых потенциальных преимуществ минимально инвазивного подхода, описанному в сравнительных исследованиях [1,6]. Пневмоторакс является известным риском как торакальных, так и кардиохирургических вмешательств в целом и не был напрямую связан с типом основного доступа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Правосторонняя миниторакотомия является технически выполнимым и безопасным хирургическим доступом для выполнения реконструктивных вмешательств на корне и восходящей аорте, включая такие сложные процедуры, как операция David и Bentall-deBono, у тщательно отобранных пациентов. Ключевыми условиями успешного применения методики являются многодисциплинарный отбор пациентов на основе данных компьютерной томографии, использование специализированного инструментария и наличие у хирургической команды опыта в минимально-инвазивной кардиохирургии. Данный оперативный доступ ассоциирован с более быстрой реабилитацией больных и стабильностью грудной клетки.

### Ограничения

Ограничения нашего исследования включают его ретроспективный характер, небольшое число наблюдений и отсутствие контрольной группы. Однако представленный опыт вносит вклад в формирование доказательной базы, подтверждая, что у отдельных пациентов правосторонняя миниторакотомия может быть рассмотрена как безопасная и эффективная альтернатива стандартному доступу для выполнения сложных вмешательств на корне аорты.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES**

1. Mikus E., Calvi S., Campo G. et al. Full Sternotomy, Hemisternotomy, and Minithoracotomy for Aortic Valve Surgery: Is There a Difference? *Ann Thorac Surg.* 2018; 106(6):1782-1788 DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.07.019
2. Johnson C.A., Siordia J.A., Wood K.L. et al. Right Mini-thoracotomy Bentall Procedure. *Innovations (Phila.)*. 2018; 13(5):328-331 DOI: 10.1097/IMI.0000000000000555
3. Johnson C. A., Siordia J. A., Robinson D. A. et al. Right mini-thoracotomy Bentall with traditional and automated suturing devices», *Multimed Man Cardiothorac Surg.* 2018. DOI: 10.1510/mmcts.2018.025
4. Johnson C. A., Wood K. L., Melvin A. L. et al. Videoassisted right mini-thoracotomy for aortic root replacement. *J Vis Surg.* 2018; 4(38). DOI: 10.21037/jovs.2018.01.15
5. Praet K. M. Minimally invasive surgical aortic valve replacement: The RALT approach. *J Card Surg.* 2020; 35(9):2341-2346. DOI: 10.1111/jocs.14756.
6. Bethencourt D.M., Le J., Rodriguez G. et al. Minimally Invasive Aortic Valve Replacement via Right Anterior Minithoracotomy and Central Aortic Cannulation: A 13-Year Experience. *Innovations (Phila.)*. 2018; 12(2); 87-94. DOI: 10.1097/IMI.0000000000000358
7. Karadzha A., Bogachev-Prokophiev A., Sharifulin R. et al. The Bio-Bentall procedure with concomitant hemiarch replacement through a right anterolateral minithoracotomy», MMCTS. Просмотрено: 16 ноября 2025 г. [Онлайн]. Доступно на: <https://mmcts.org/tutorial/1723>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Протопопов Андрей Владимирович** - [ORCID:0000-0002-2617-2447] аспирант, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения, врач сердечно-сосудистый хирург КХО №2 ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, г. Новосибирск 630055, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

**Шарифулин Равиль Махарамович** - [ORCID:0000-0002-8832-2447] к.м.н., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела приобретенных пороков сердца, врач сердечно-сосудистый хирург КХО №3 ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, г. Новосибирск 630055, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

**Богачев-Прокофьев Александр Владимирович** - [ORCID:0000-0003-4625-4631] профессор, д.м.н., директор института патологии кровообращения, врач сердечно-сосудистый хирург КХО №3 ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, г. Новосибирск 630055, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

**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**

**Andrey V. Protopopov** - [ORCID:0000-0002-2617-2447] Postgraduate Student, Junior Researcher, Center for Surgery of the Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Circulation Pathology, Adult Cardiac Surgery Department №2  
E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk  
15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

**Ravil M. Sharifulin** - [ORCID:0000-0002-8832-2447] MD, PhD, senior researcher, Department of acquired heart defects research  
Cardiovascular Surgeon, Adult cardiac surgery department  
E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk  
15 Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

**Alexander V. Bogachev-Prokophiev** - [ORCID:0000-0003-4625-4631] MD, PhD, professor; Head of cardiac surgery department  
E.N. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk  
15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055

**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.

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## АНАЛИЗ ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ИЗОЛИРОВАННЫМ ПОРОКОМ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

Ю.А. Шнейдер, В.Г. Цой, \*М.С. Фоменко, А.А. Павлов, П.А. Шиленко

ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России, г. Калининград

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Фоменко Михаил Сергеевич (Mikhail S. Fomenko), e-mail: fomenko.ms@kldcardio.ru

### АННОТАЦИЯ

**Актуальность:** протезирование аортального клапана в современной хирургической практике можно выполнить, используя следующие подходы: стандартное протезирование через срединную стернотомию, различными минимально инвазивными пособиями и транскатетерными методами. Тем не менее, обладая рядом преимуществ, каждая методика имеет и ряд недостатков, что приводит к дилемме о выборе одной из методик к конкретному пациенту.

**Цель исследования:** ретроспективный анализ непосредственных и отдаленных результатов трех видов хирургического лечения изолированного порока аортального клапана.

**Материалы и методы:** с октября 2012 г. по сентябрь 2025 г. в нашем Центре выполнено 950 операций - изолированных протезирований аортального клапана. Для каждого вида операции были разработаны свои показания. Согласно данным критериям, все пациенты разбиты на группы: I группа – срединная стернотомия, II группа – mini-J стернотомия и III группа - TAVI. Средний возраст в группах:  $68,1 \pm 11,4$ ,  $67,8 \pm 12,4$  и  $77,9 \pm 10,5$  года соответственно ( $p < 0,001$ ). Женский пол преобладал: 63,7%, 63,3% и 62,3% соответственно ( $p = 0,168$ ). Пиковый градиент на уровне аортального клапана:  $73,9 \pm 19,4$ ,  $74,2 \pm 19,8$  и  $76,2 \pm 16,6$  мм рт. ст. ( $p < 0,001$ ). Общий EuroScore II -  $2,6 \pm 0,5\%$ .

**Результаты:** госпитальная летальность составила 1,7%, 1,1% и 3,4% соответственно ( $p < 0,001$ ). Осложнения: полная атриовентрикулярная блокада, дефект межжелудочковой перегородки – достоверно не различались ( $p = 1,0$ ). Длительность операции:  $206,6 \pm 22,7$ ,  $209,9 \pm 20,9$  и  $65,5 \pm 12,5$  мин. Средний период наблюдения для I группы составил 87,7 мес., для II группы – 85,8 мес. и III группы – 86,5 мес. соответственно. Выживаемость на 7 лет составила – 81,2%, 85,1% и 77,2% (Log-rank test = 0,014). Свобода от тромбоэмболических осложнений на 7 лет составила 87,5%, 92,5% и 97,7% (Log-rank test = 0,192).

**Выводы:** основываясь на коморбидности пациента с учетом тяжести порока аортального клапана, использование дифференцированного подхода в хирургическом лечении порока аортального клапана позволяет эффективно и безопасно выполнять оперативное лечение данной группе пациентов и показывает хорошие непосредственные и отдаленные результаты.

**Ключевые слова:** аортальный клапан, протезирование клапанов, сердечная недостаточность.

**Для цитирования.** Ю.А. Шнейдер, В.Г. Цой, М.С. Фоменко, А.А. Павлов, П.А. Шиленко, «АНАЛИЗ ОТДАЛЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ИЗОЛИРОВАННЫМ ПОРОКОМ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 50–57.

## LONG-TERM ANALYSIS OF DIFFERENTIATED APPROACH IN SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH ISOLATED AORTIC STENOSIS: RETROSPECTIVE STUDY

Yu.A. Schneider, V.G. Tsoi, \*M.S. Fomenko, A.A. Pavlov, P.A. Shilenco

FSBI «Federal Centers of High Medical Technologies» Health Ministry, Kaliningrad

### ABSTRACT

**Background:** in modern surgical practice, aortic valve replacement can be performed using: standard replacement by median sternotomy, various minimally invasive approaches and transcatheter methods. However, while each technique has of advantages, it also has a potential concern, that leading to the dilemma of choosing one technique for a particular patient. The aim of our study was to retrospectively analyze the immediate and long-term outcomes of three types of surgical treatment for isolated aortic valve diseases.

**Materials and methods:** from October 2012 to September 2025, 950 operations - isolated aortic valve replacements were performed in our Center. For each type of operation, was developed indications. According these criteria, all patients were divided for groups: Group I - median sternotomy, Group II - mini-J sternotomy and Group III - TAVI. The mean age in the groups was:  $68,1 \pm 11,4$ ,  $67,8 \pm 12,4$  and  $77,9 \pm 10,5$  years, respectively ( $p < 0,001$ ). Female gender predominance: 63,7%, 63,3% and 62,3%, respectively ( $p = 0,168$ ). The peak gradient in aortic valve was  $73,9 \pm 19,4$ ,  $74,2 \pm 19,8$  and  $76,2 \pm 16,6$  mmHg ( $p < 0,001$ ). Overall EuroScore II  $2,6 \pm 0,5\%$ .

**Results:** hospital mortality was 1,7%, 1,1% and 3,4%, respectively ( $p < 0,001$ ). Complications: complete atrioventricular block, ventricular septal defect - didn't differ significantly ( $p = 1,0$ ). Duration of surgery was:  $206,6 \pm 22,7$ ,  $209,9 \pm 20,9$  and  $65,5 \pm 12,5$  min. The average follow-up period for group I was 87,7 months, for group II - 85,8 months. and group III - 86,5 months. The 7-year survival rate was 81,2%, 85,1% and 77,2% (Log-rank test = 0,014). Freedom from thromboembolic complications at 7 years was 87,5%, 92,5%, and 97,7% (Log-rank test = 0,192).

**Conclusion:** applagin differentiated approach for surgical treatment of aortic valve disease, how based on comorbidity and severe aortic valve disease of patients, allows effective and safe surgical treatment of this group of patients and shows good immediate and long-term results.

**Keywords:** aortic valve, heart valve replacement, heart failure.

## ВВЕДЕНИЕ

Порок аортального клапана (АК), в частности стеноз, в большинстве случаев следствие дегенеративных изменений тканей. Распространённость данного заболевания достигает 7,2% среди пожилых людей [1]. Аортальный стеноз (АС) увеличивает постнагрузку на левый желудочек, что приводит к компенсаторной гипертрофии миокарда, а при отсутствии должного лечения к левожелудочковой недостаточности [2]. Несмотря на медикаментозное лечение пятилетняя смертность без хирургического лечения достигает 50% [3].

Традиционным оперативным вмешательством, в течение более чем 40 лет, было и остается в ряде стран – стандартное протезирование АК посредством срединной стернотомии [4-6]. Появление методики транскатетерной имплантации АК (ТАВИ) дало значительный импульс для лечения данной группы пациентов, что позволило расширить возрастной порог. За последнее десятилетие применение процедуры ТАВИ для хирургического лечения АС увеличилось почти в девять раз [7,8], несмотря на то, что до недавнего времени данная процедура была предназначена только для пациентов с высоким риском, которым открытая операция противопоказана. Однако после ряда исследований таких как PARTNER 3 и Evolut Low Risk ассоциация FDA одобрила применение данной процедуры и для пациентов с низким риском [9-11].

Последние годы наблюдается возрождение интереса к хирургии АК с применением различных минимально инвазивных доступов. Основными наиболее изученными и распространенными доступами на сегодняшний день являются верхняя парциальная стернотомия или mini-J доступ и правосторонняя передняя миниторакотомия [6,7,11]. Результаты последних исследований, посвященных применению минимально инвазивных методик в хирургии АК продемонстрировали достоверно ниже уровень послеоперационных кровотечений, требующих различных компонентов крови, снижение интенсивности боли в послеоперационном периоде, уменьшение сроков нахождения в реанимации и госпитализации, а также снижение развития острой почечной недостаточности (ОПН) и госпитальной летальности [10,11]. Однако в некоторых работах были отмечены и негативные стороны такие как увеличение продолжительности искусственного кровообращения и окклюзии аорты [7,11]. Несмотря на это разработки бесшовных клапанов, специальных устройств для фиксирования клапанов смогли в некоторой степени смягчить данные обстоятельства. Последние работы показали потенциальные преимущества как стандартного, так и минимально инвазивных подходов по сравнению с ТАВИ в отношении летальности. Так же хочется отметить возможность непосредственной визуализации клапана, для предотвращения параклапанных fistул и более тщательной декальцинации [11].

Тем не менее, обладая рядом преимуществ, каждая методика имеет и ряд недостатков, что приводит к дилемме о

выборе одной из методик к конкретному пациенту. В условиях нашего центра в ходе работы мы, основываясь на коморбидности пациентов применяли в качестве хирургического лечения АС – протезирование АК по средствам стандартного и mini-J доступа, а также процедуру ТАВИ, что позволило в нашей ретроспективной работе проанализировать и сравнить все современные виды хирургического лечения порока АК.

Цель нашего исследования состояла в анализе и сравнении различных хирургических методов лечения изолированного порока аортального клапана.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Набор пациентов в исследование формировался ретроспективно путем «сплошной выборки». В качестве первичной конечной точки была выбрана летальность и свобода от тромбоэмбологических осложнений; такие параметры как острый инфаркт миокарда (ОИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) и инфекционные осложнения со стороны раны – определены как вторичные конечные точки. В исследование включены прооперированные пациенты с изолированным пороком аортального клапана, согласно руководству по ведению пациентов с клапанной патологией, в возрасте от 18 до 85 лет (включительно), с изолированным пороком аортального клапана. Учитывая принципы надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice – GCP), изложенные в Хельсинкской декларации, пациенты были проинформированы о предстоящем объеме хирургического лечения, подписали информированное согласие на операцию и обработку персональных данных в исследовании.

С октября 2012 г. по сентябрь 2025 г., в нашем Центре выполнено 950 операций – по поводу изолированного порока АК. Согласно дизайну исследования, в работу включены все пациенты: I группа – срединная стернотомия, II группа – мини-J стернотомия и III группа – ТАВИ. Критерии исключения: сопутствующая патология, требующая проведения сочетанного выполнения коронарного шунтирования, хирургического лечения фибрилляции предсердий и вмешательства на других клапанах сердца. Пациенты, включенные в исследование, получали лечение согласно рекомендациям 2020 AHA/ACC по лечению пациентов с клапанными пороками.

Средний возраст в группах составил: I группа –  $67,8 \pm 12,4$ , II группа –  $68,1 \pm 11,4$  и для III группы  $77,9 \pm 10,5$  лет соответственно ( $p < 0,001$ ) (табл. 1). В исследовании преобладали женщины. Средний градиент на аортальном клапане соответствовал: I группа –  $73,9 \pm 19,4$ , II группа –  $74,2 \pm 19,8$  и для III группы  $76,2 \pm 16,6$  мм рт. ст. соответственно ( $p < 0,001$ ). Остальные антропометрические и клинические характеристики представлены в таблице 1.

В начале работы над данной проблемой до получения необходимого опыта протезирование АК через минималь-

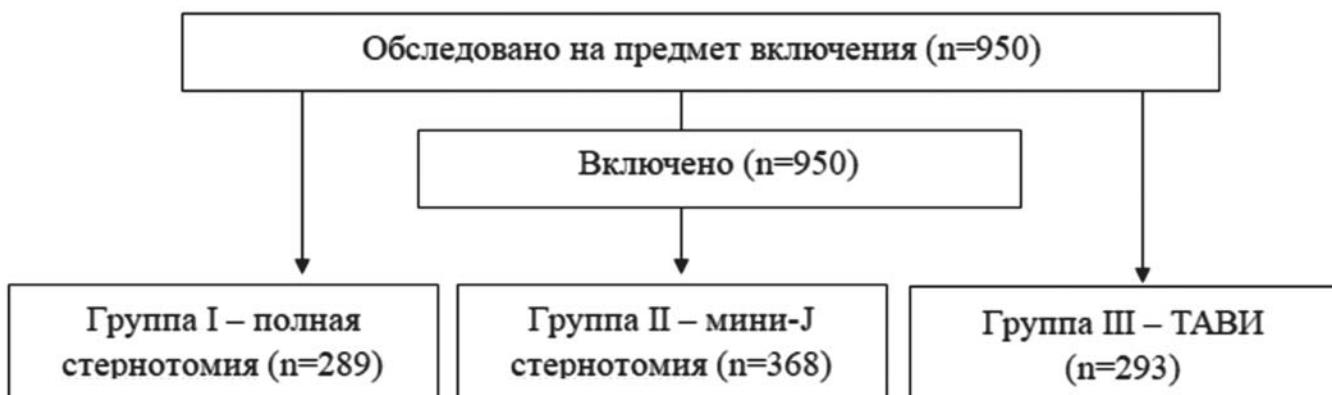
**Таблица 1. Антропометрические и клинические характеристики пациентов**

Table 1. Anthropometric and clinical characteristics of patients

Показатель/Parameter	Группа I/ Group I (n – 289)	Группа II/ Group II (n – 368)	Группа III/ Group III (n – 293)	p-value
Возраст/Age, m ± SD, лет	67,8±12,4	68,1±11,4	77,9±10,5	p < 0,001
Пациенты старше 70 лет/Age >70 years, n (%)	102 (35,3%)	129 (35%)	278 (94,9%)	p < 0,001
Пол, мужчины/ Sex, male, n%	105 (36,3%)	135 (36,7%)	110 (37,5%)	p = 0,281
ИМТ/BMI, m ± SD	29,2 ± 1,7	31,2 ± 5,7	29,7 ± 6,1	p = 0,716
Ожирение, ИМТ>35/ BMI >35, n (%)	83 (28,7%)	136 (36,9%)	173 (59%)	p < 0,001
EuroSCORE II, m ± SD,	2,5 ± 0,5%	2,7 ± 0,8%	6,9 ± 0,7%	p < 0,001
<b>Класс по NYHA/ CHF FC, n%</b>				
I	0	0	0	
II	60 (21,1%)	76 (20,6%)	72 (24,6%)	p = 0,246
III	212 (73,3%)	270 (73,4%)	206 (70,3%)	p = 0,080
IV	17 (5,9%)	22 (6%)	15 (5,1%)	p = 0,145
Пиковый градиент на АК/ Peak gradient, мм рт.ст.	73,9±19,4	74,2±19,8	76,2±16,6	p < 0,001
Δ P mean 40 – 59 мм рт.ст., %	189 (65,4%)	244 (66,3%)	278 (94,9%)	p < 0,001
КДО/ EDV, m ± SD, мл	80,2 ± 24,4	89,3 ± 31,7	78,4 ± 24,3	p < 0,001
ФВ ЛЖ/ EF LV, m ± SD, %	58,3 ± 5,6	58,3 ± 5,6	53,2 ± 4,4	p = 0,002
Толщина МЖП/ thickness of the interventricular septum , мм	1,8 ± 0,4	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,5	p = 0,685
<b>Сопутствующая патология/ Concomitant pathology</b>				
ХОБЛ/COPD, n (%)	34 (11,7%)	46 (12,5%)	58 (19,8%)	p < 0,001
ХБП/Chronic kidney disease, n (%)	18 (6,2%)	20 (5,4%)	38 (12,9%)	p < 0,001
СД/Diabetes mellitus, n (%)	66 (22,8%)	78 (21,2%)	106 (36,2%)	p < 0,001

**Примечание:** ИМТ – индекс массы тела; NYHA – New York Heart Association; АК – аортальный клапан; КДО – конечный диастолический объем; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; МЖП – межжелудочковая перегородка; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП – хроническая болезнь почек; СД- сахарный диабет.

**Note:** BMI – body mass index; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; EF LV – ejection fraction left ventricle; EDV – end diastolic volume; CHF – chronic heart failure.



**Рис. 1. Дизайн исследования.**

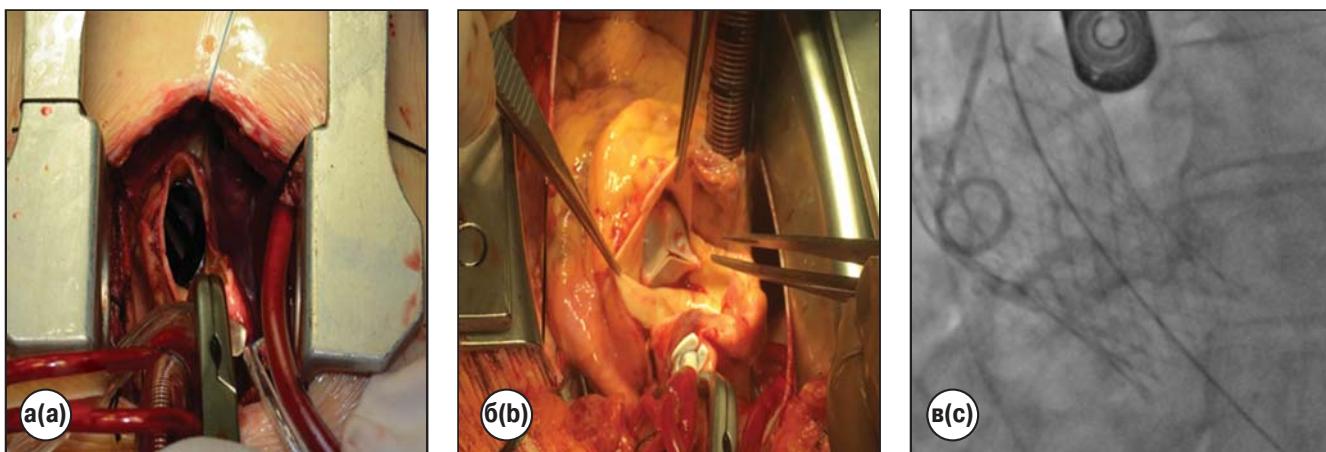
**Fig. 1. Study design.**

но инвазивный подход – мини-Ј стернотомию выполнялось только анатомически удобным пациентам и после полного дообследования, а остальным из стандартной стернотомии. С течением времени после накопления оптимального опыта все пациенты с изолированным пороком АК автоматически шли на операцию с использованием мини-Ј стернотомии. Процедура ТАВИ, согласно установленной стратегией нашего центра, выполнялась только возрастной группе пациентов старше 75 лет с

высоким хирургическим риском. Учитывая данное обстоятельство при статистическом сравнительном анализе группы достоверно различались по большинству параметров как при общем, так и при межгрупповом анализе.

#### Технологическая карта

Формирование I группы, в которой процедуры выполнялись через срединную стернотомию, пришлось на период с 2012 по 2018 год. Группа II состояла из пациентов, кото-



**Рис. 2.** Интраоперационная фотография: общий вид.  
а – mini-J стернотомия;  
б – стандартный доступ;  
в – ТАВИ.

**Fig. 2.** And the operative photo: general view.

a – mini-J sternotomy;  
b – standard access;  
c – TAVI.

**Таблица 2. Интраоперационные результаты с межгрупповым сравнением**

Table 2. Intraoperative results with an intergroup comparison

Показатель/Parameter	Группа I/Group I (n = 289)	Группа II/Group II (n = 368)	Группа III/Group III (n = 293)	p-value
Время операции, мин/ Operation time, min	206,6 ± 22,7	209,9 ± 20,9	65,5 ± 12,5	p <0,001
Время ИК, мин/ CPB time, min	65,5 ± 12,5	64,7 ± 13,1		p = 0,729
ДМЖП/ ventricular septal defect, n%	0	0	0	p =1,0
АВ блокада / AV blockade, n%	4 (1,4%)	5 (1,3%)	2 (0,7%)	p = 0,191
Пенетрация ЛЖ/ПЖ/ LV/RV penetration, n (%)	0	0	4 (1,4%)	p = 0,074
Конверсия доступа/ conversion, n (%)	0	4 (1,1%)	0	p = 0,068

**Примечание:** ИК – искусственное кровообращение; ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки; АВ блокада – атриовентрикулярная блокада; ЛЖ/ПЖ – левый желудочек/правый желудочек.

**Note:** CPB- cardio pulmonary bypass; LV – left ventricular; RV – right ventricular.

рым коррекция порока АК выполнялась посредством мини-*J* стернотомии, также берет начало с 2012 г., но по настоящие дни, и группа III – ТАВИ также формировалась с основания нашего центра по настоящее время. Из особенностей при выполнении мини-*J* стернотомии разрез уходил в 3 либо 4 межреберье по предпочтению хирурга (рис. 2). Во всех случаях использовалась только центральная канюляция и раствор Дель Нидо в качестве кардиоплегии. Для выполнения процедуры ТАВИ в большинстве случаях использовался бедренный доступ (98,2%) (рис. 2). В ряде случаев учитывая узкое фиброзное кольцо аортального клапана выполнялась аортоангулопластика: в 15 случаях Manygian, в 12 случаях Nicks-Nunez и в 3 случаях по Бо Янг.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Анализ данных проведен, используя программный пакет Stata/SE 13.0 (StataCorp LP, США). Для проверки статистических гипотез о виде распределения был применен кри-

терий Shapiro-Wilk's W. Результаты выражали в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ) для непрерывных переменных, категориальные данные представлены в виде единиц и процентов (долей). Статистическую значимость различий количественных параметров в группах определяли с помощью критерия Манна – Уитни. Статистическую значимость различий распределения частот между группами вычисляли по критерию хи-квадрат ( $\chi^2$ ), при количестве наблюдений менее пяти хотя бы в одном из полей таблицы использовали двусторонний критерий Фишера. Различия признавались статистически значимыми при значениях  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ непосредственных результатов показал статистически наименьшее время операции в III группе ( $p < 0,001$ ) (табл. 2). При межгрупповом сравнении группы I и группа II достоверно не различались как по продолжительности

**Таблица 3. Непосредственные результаты с межгрупповым сравнением**

Table 3. Immediate results with an intergroup comparison

Показатель/Parameter	Группа I/ Group I (n – 289)	Группа II/ Group II (n – 368)	Группа III/ Group III (n – 293)	p-value
ОИМ в раннем п/о периоде/ MI , n (%)	5 (1,7%)	4 (1,1%)	1 (0,3%)	p = 0,182
ОНМК в раннем п/о периоде/ STROKE , n (%)	6 (2,1%)	5 (1,3%)	2 (0,7%)	p = 0,078
Гемотрансфузии / Blood transfusion, n (%)	29 (10%)	6 (1,6%)	6 (2,0%)	p <0,001
Рестернотомия по поводу кровотечения / Resternotomy for bleeding, n (%)	17 (5,9%)	3 (0,8%)	4 (1,3%)	p <0,001
Инфекционные осложнения со стороны грудины/ Sternal wood infection, n (%)	3 (1,0%)	2 (0,5%)	0	p = 0,544
Средний койка, день в реанимации, дни/ ICU duration, days	1,3 ± 0,6	1,3 ± 0,6	1,1 ± 0,5	p = 0,598
Средняя продолжительность госпитализации, дней/ Length of stay/ days	9,8 ± 2,5	7,4 ± 2,1	5,2 ± 1,3	p <0,001
Летальность/ mortality rate, n (%)	5 (1,7%)	4 (1,1%)	10 (3,4%)	p = 0,004

*Примечание: ОИМ – острый инфаркт миокарда; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; п/о – послеоперационный период.*

*Note: MI- myocardial infarction.*

операции, так и по длительности окклюзии аорты ( $p=0,058$  и  $p=0,729$  соответственно). В послеоперационном периоде в I группе, во II группе и в III группе потребовалась имплантация постоянного электрокардиостимулятора в 4 (1,4%), в 5 (1,3%) и в 2 (0,7%) случаях соответственно ( $p = 0,191$ ). Во II группе было выполнено 4 (1,1%) конверсии для устранения кровотечений.

В 2 случаях во время ТАВИ ввиду выраженной дистрофии тканей была пенетрация правого желудочка электродом для временной кардиостимуляции, в других двух случаях была пенетрация левого желудочка жестким проводником из-за маленького объема левого желудочка, во всех случаях потребовались различные доступы для предотвращения тампонады с ушиванием травмы сердца. Достоверно наибольшая госпитальная летальность была в III группе и составила 3,4% (10 пациентов), далее в I группе 1,7% (5 пациентов) и наименьшая во II группе 1,1% (4 пациента) ( $p = 0,004$ ). При общей летальности 2%. Частота встречаемости таких осложнений как: инфекция послеоперационной раны, ОИМ и ОНМК статистически между группами не различались. В I группе статистически чаще встречалась необходимость как рестернотомии по поводу кровотечений, так и в гемотрансфузиях ( $p < 0,001$ ) (табл. 3). Несмотря на исходно более тяжелую когорту пациентов в III группе статистически длительность госпитализации была наименьшей ( $p < 0,001$ ).

На этапе отдаленного наблюдения обследовано 95% пациентов. Средний период наблюдения для I группы составил 87,7 мес. (95% ДИ 84,4 – 89,1), для II группы – 85,8 мес. (95% ДИ 83,3 – 88,6) и для III группы – 86,5 мес. (95% ДИ 83,4 – 88,9) соответственно. Анализ выживаемости по методу Каплана – Майера показал достоверную разницу между группами: выживаемость пациентов в I группе на 12 мес. составила 98,2% (95% ДИ 95,8–99,2), на 36 мес. – 94,4% (95% ДИ 91,1–96,5), на 84 мес. – 81,2%

(95% ДИ 72,1–87,6); во II группе на 12 мес. – 98,9% (95% ДИ 97,1–99,5), на 36 мес. – 94,7% (95% ДИ 91,5–96,7), на 84 мес. – 85,1% (95% ДИ 76,7–90,6); в III группе на 12 мес. составила 96,2% (95% ДИ 93,3–97,9), на 36 мес. – 91,6% (95% ДИ 87,4–94,5), на 84 мес. – 77,2% (95% ДИ 68–83,9), Log-rank test,  $p = 0,014$  (рис. 3).

Отдаленный анализ тромбоэмбологических осложнений расценивался как регистрация тромбозов или дисфункций протеза с необходимостью в повторной операции либо в динамическом наблюдении каждые 3 месяца.

Анализ проводился по методу Каплана – Майера. Результаты не продемонстрировали статистической разницы между группами и составили: в I группе на 12 мес. – 100%, на 36 мес. – 98,2% (95% ДИ 95,7–99,2), на 84 мес. – 87,5% (95% ДИ 78–93,1); во II группе на 12 мес. – 100%, на 36 мес. – 97,5% (95% ДИ 94,9–98,8), на 84 мес. – 92,5% (95% ДИ 84,7–96,4); в III группе на 12 мес. – 100%, на 36 мес. – 98,5% (95% ДИ 95,5–99,5), на 84 мес. – 97,7% (95% ДИ 93,7–99,1) соответственно (Log-rank test,  $p = 0,192$ ) (рис. 4).

Учитывая малое количество неблагоприятных исходов и ретроспективный дизайн исследования анализ для выявления предикторов развития послеоперационных осложнений, летальности и тромбоэмбологических осложнений не проводился.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В современном мире с развитием медицины продолжительность жизни неуклонно увеличивается, тем самым увеличивая период трудоспособности, но на момент развития какой-либо сердечно-сосудистой патологии у пациента, он уже может иметь достаточную коморбидность, что может приводить к сложности выбора оперативного лечения. Так проблемы ожирения, сахарного диабета и

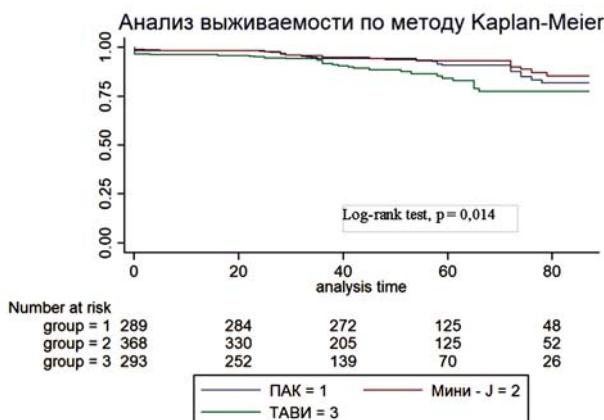


Рис. 3. Кривая Каплана – Майера отдаленной выживаемости.

Fig. 3. Kaplan-Mayer curve of long-term survival

мультифокального атеросклероза неуклонно сказываются на принятии выбора в пользу менее инвазивного вмешательства.

Хирургия порока АК насчитывает более 40 лет и претерпело не мало изменений как в развитии протезов, так и методик их имплантаций [4-6]. Современные исследования показывают значительные преимущества различных минимально инвазивных подходов в ходе замены АК по сравнению со стандартным подходом [10,11]. Мини-J подход уменьшает риск кровотечений, укорачивает сроки госпитализации и нахождения пациента в реанимационном отделении, снижает интенсивность послеоперационной боли, даже у пациентов с избыточной массой тела [10]. При внедрении минимально инвазивной стратегии хирургической коррекции порока АК в нашей клинике мы тщательно отбирали пациентов для уменьшения компрометации данной стратегии. С течением времени мы полностью отошли от использования стандартного доступа при хирургии изолированного порока АК. Наши результаты продемонстрировали схожие данные по снижению потребности в гемотрансfusionах и продолжительности госпитализации ( $p<0,001$ ) с выводами многочисленных исследований [10,11]. Однако наработанный опыт позволил нам сравняться по продолжительности не только в окклюзии аорты, но и во времени операции ( $p = 0,058$  и  $p = 0,729$ , соответственно), что разнится с некоторыми результатами научных работ [10,11]. Из-за увеличения продолжительности жизни возросло количество тяжелых возрастных пациентов с диагностированным пороком АК, которым необходимо современное лечение, но открытая операция связывалась с высокими рисками неблагоприятного исхода. В качестве альтернативы в 2000 годах была разработана методика транскатетерного протезирования АК и на пике популярности, и в ходе некоторых научных исследований зарекомендовала себя как хорошая альтернатива с удовлетворительными непосредственными результатами [3,7-9,11]. Обнадежившие результаты позволили расширить показа-

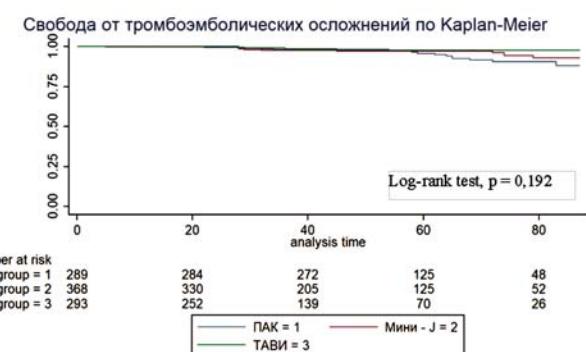


Рис. 4. Кривая Каплана – Майера свободы от тромбоэмбологических осложнений.

Fig. 4. The Kaplan-Mayer curve of freedom from thromboembolic complications.

ния применения процедуры ТАВИ не только пациентам высокого риска, но и низкого риска, однако результаты дальнейших исследований и метаанализов продемонстрировали в течении 5 – 8 – летних наблюдений более высокую частоту летальных исходов от всех причин в данной группе по сравнению с минимально инвазивными подходами и даже со стандартным протезированием АК [7,8,11]. В нашем исследовании госпитальная летальность в группе ТАВИ достоверно оказалась выше ( $p=0,004$ ), что разнится с рядом публикуемых результатов [7,11]. Данное обстоятельство мы связываем с тем, что в группу ТАВИ входили пациенты только высокой коморбидности и высокого хирургического риска, однако на всю группу летальность составила 2%. Несмотря на это самая низкая продолжительность госпитализации была в группе ТАВИ ( $p < 0,001$ ). Анализ отдаленной выживаемости также показал значимую разницу в группах, так наименьшая частота выживаемости была в группе ТАВИ и составила на 7 лет 77,2% (95% ДИ 68–83,9), Log-rank test,  $p = 0,014$ . Мы связываем это не только с исходной тяжестью пациентов, которые шли на процедуры ТАВИ, но и так называемой остаточной продолжительностью жизни, особенно для пациентов старше 75 лет. Проведенный анализ свободы от тромбоэмбологических осложнений показал отсутствие достоверной разницы и составил для I, II и III групп на 7 лет 87,5%, 92,5% и 97,7% соответственно (Log-rank test,  $p = 0,192$ ). Последние проведённые метаанализы продемонстрировали сопоставимые выводы по отдаленной выживаемости [7,8,11], также была выявлена достоверно выше частота необходимости имплантации постоянных электрокардиостимуляторов в группе ТАВИ, что разнится с нашими результатами.

В быстро развивающемся современном мире доля процедуры ТАВИ в соотношении с обычным протезированием АК по результату последних исследований кратно возросла и уже превалирует [7,11], что, по нашему мнению, может скомпрометировать данную методику, особенно при применении процедуры ТАВИ в группе низкого риска.

Мы считаем, что применение процедуры ТАВИ оправдано в группе высокого риска, из-за невозможности проведения открытой операции и высокой вероятностью внезапной сердечной смерти без оперативного лечения в результате прогрессирования сердечной недостаточности. Полученные результаты позволяют оценить пользу и возможность трех различных способов в хирургическом лечении изолированного порока аортального клапана, а также выявить перспективы на будущее данных методик.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на коморбидности пациента с учетом тяжести порока аортального клапана, использование дифференцированного подхода в хирургическом лечении порока АК позволяет эффективно и с приемлемыми непосредственными результатами выполнять оперативное лечение данной группы пациентов и показывает удовлетворительные непосредственные и отдаленные результаты. Применение минимально инвазивных методик позволяет уменьшить частоту гемотрансфузий в раннем послеоперационном периоде и уменьшить срок госпитализации. Рутинное использование данной методики в перспективе позволит уменьшить длительность операции.

### Ограничение

Данное исследование является одноцентровым и ретроспективным с разными группами пациентов. Результаты, согласно полученным данным, могут рассматриваться для идентичных групп со сроком наблюдения не больше 7 лет. Для полноты исследования требуется наиболее обширная группа, проспективное исследование и оценка отдаленных результатов с периодом наблюдения 10 и 15 лет. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ramos J., Monteagudo J.M., González-Alujas T. et al. Large-Scale assessment of aortic stenosis: facing the next cardiac epidemic? Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2018; 19:1142–8. DOI: [10.1093/ejci/jex223](https://doi.org/10.1093/ejci/jex223)
2. Zheng K.H., Tzolos E., Dweck M.R. Pathophysiology of aortic stenosis and future perspectives for medical therapy. Cardiol Clin 2020; 38:1–12. DOI: [10.1016/j.ccl.2019.09.010](https://doi.org/10.1016/j.ccl.2019.09.010)
3. 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; 363:1597–607. DOI: [10.1056/NEJMoa1008232](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1008232)
4. Комаров Р.Н., Каравайкин П.А., Мурылёв В.В. История реконструктивной хирургии аорты и аортального клапана. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2017; 21(3S):45-60 DOI: [10.21688-1681-3472-2017-3S-45-60](https://doi.org/10.21688-1681-3472-2017-3S-45-60)
5. Снегирев М.А., Пайвин А.А., Хубулава Г.Г. Миниминвазивное протезирование аортального клапана. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2016; 58(1): 23-29 DOI: [10.1510/mmcts.2018.010](https://doi.org/10.1510/mmcts.2018.010)
6. Антикеев А.М., Шамуратов И.К., Мукашев О.С. и др. Протезирование аортального клапана через переднюю миниторакотомию справа. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2016; 58(3): 176-178. DOI: [10.1510/mmcts.2018.044](https://doi.org/10.1510/mmcts.2018.044)
7. Alabbadi S., Bowdish M.E., Sallam A. et al Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in patients younger than 65 years in the United States. J Thorac Cardiovasc Surg. 2025; 170(3):698–706.e19. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2024.12.025](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2024.12.025).
8. Sayed A., Almotawally S., Wilson K. et al Minimally invasive surgery versus transcatheter aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. Open Heart. 2021; 8(1):e001535. DOI: [10.1136/openhrt-2020-001535](https://doi.org/10.1136/openhrt-2020-001535)
9. Vollenbroich R., Sakiri E., Roost E. et al Clinical outcomes in high-risk patients with a severe aortic stenosis: a seven-year follow-up analysis. Swiss Med Wkly. 2019; 24(149): w20013. DOI: [10.4414/smw.2019.20013](https://doi.org/10.4414/smw.2019.20013)
10. Xie X.B., Dai X.F., Qiu Z.H. et al Do obese patients benefit from isolated aortic valve replacement through a partial upper sternotomy? J Cardiothorac Surg. 2022; 17(1):179. DOI: [10.1186/s13019-022-01926-3](https://doi.org/10.1186/s13019-022-01926-3)
11. Ogami T., Yokoyama Y., Takagi H. et al Minimally invasive versus conventional aortic valve replacement: The network meta-analysis. J Card Surg 2022; 37(12):4868-4874. DOI: [10.1111/jocs.17126](https://doi.org/10.1111/jocs.17126)

## REFERENCES

1. Ramos J., Monteagudo J.M., González-Alujas T. et al Large-Scale assessment of aortic stenosis: facing the next cardiac epidemic? Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2018; 19:1142–8. DOI: [10.1093/ejci/jex223](https://doi.org/10.1093/ejci/jex223)
2. Zheng K.H., Tzolos E., Dweck M.R. Pathophysiology of aortic stenosis and future perspectives for medical therapy. Cardiol Clin 2020; 38:1–12. DOI: [10.1016/j.ccl.2019.09.010](https://doi.org/10.1016/j.ccl.2019.09.010)
3. 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; 363:1597–607. DOI: [10.1056/NEJMoa1008232](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1008232)
4. Komarov R.N., Karavaykin P.A., Murylev V.V. History of reconstructive surgery of aorta and aortic valve. Circulatory pathology and cardiac surgery. 2017; 21(3S):45-60 DOI: [10.21688-1681-3472-2017-3S-45-60](https://doi.org/10.21688-1681-3472-2017-3S-45-60) [In Russ].
5. Snegirev M.A., Payvin A.A., Khubulava G.G. Minimally Invasive Aortic Valve Replacement. Russian journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2016; 58( 1): 23-29 DOI: [10.1510/mmcts.2018.010](https://doi.org/10.1510/mmcts.2018.010) [In Russ].
6. Antikeev A.M., Shamuratov I.K., Mukashev O.S. et al Aort-

tic valve replacement through right anterior minithoracotomy. Russian journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2016; 58(3): 176-178 DOI: 10.1510/mmcts.2018.044 [In Russ].

7. Alabbadi S., Bowdish M.E., Sallam A. et al. Transcatheter versus surgical aortic valve replacement in patients younger than 65 years in the United States. J Thorac Cardiovasc Surg. 2025;170(3):698-706.e19. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2024.12.025

8. Sayed A., Almotawally S., Wilson K. et al Minimally invasive surgery versus transcatheter aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. Open Heart. 2021;8(1):e001535. DOI: 10.1136/openhrt-2020-001535

9. Vollenbroich R., Sakiri E., Roost E. et al. Clinical outcomes

in high-risk patients with a severe aortic stenosis: a seven-year follow-up analysis. Swiss Med Wkly. 2019; 24(149): w20013. DOI: 10.4414/smw.2019.20013

10. Xie X.B., Dai X.F., Qiu Z.H. et al Do obese patients benefit from isolated aortic valve replacement through a partial upper sternotomy? J Cardiothorac Surg. 2022; 17(1):179. DOI: 10.1186/s13019-022-01926-3

11. Ogami T., Yokoyama Y., Takagi H. et al Minimally invasive versus conventional aortic valve replacement: The network meta-analysis. J Card Surg 2022; 37(12):4868-4874. DOI: 10.1111/jocs.17126

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Шнейдер Юрий Александрович** – [ORCID:0000-0002-5572-3076] д.м.н., профессор, главный врач ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России

236035, Российская Федерация, Калининградская область, Гурьевский район, п. Родники, ш. Калининградское, 4  
**Цой Виктор Геннадьевич** – [ORCID:0000-0003-0338-4399] заместитель главного врача по хирургии, заведующий кардиохирургическим отделением №1

ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России

236035, Российская Федерация, Калининградская область, Гурьевский район, п. Родники, ш. Калининградское, 4

**Фоменко Михаил Сергеевич** – [ORCID:0000-0002-5272-8381] к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №1

ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России

236035, Российская Федерация, Калининградская область, Гурьевский район, п. Родники, ш. Калининградское, 4

**Павлов Александр Анатольевич** - [ORCID: 0000-0001-6088-5486] врач сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №1

ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России

236035, Российская Федерация, Калининградская область, Гурьевский район, п. Родники, ш. Калининградское, 4

**Шиленко Павел Александрович** - [ORCID: 0000-0003-4357-9203] врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения №1

ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» Минздрава России

236035, Российская Федерация, Калининградская область, Гурьевский район, п. Родники, ш. Калининградское, 4

**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

**Yuri A. Schneider** - [ORCID:0000-0002-5572-3076] MD, PhD, professor, Chief Doctor

FSBI «Federal Center of High Medical Technologies» Health Ministry, Kaliningrad, Russian Federation

4, Kaliningradskoe Shosse, Rodniki Settlement, Guryevsky District, Kaliningrad Region, Russian Federation, 236035

**Victor G Tsot** - [ORCID:0000-0003-0338-4399] MD, PhD, proxy Chief Doctor by Surgery, Chief of Cardiac Surgery Department №1

FSBI «Federal Center of High Medical Technologies» Health Ministry, Kaliningrad, Russian Federation

4, Kaliningradskoe Shosse, Rodniki Settlement, Guryevsky District, Kaliningrad Region, Russian Federation, 236035

**Mikhail S. Fomenko** - [ORCID:0000-0002-5272-8381] MD, PhD, cardiovascular surgeon of the cardiac surgery department №1

FSBI «Federal Center of High Medical Technologies» Health Ministry, Kaliningrad, Russian Federation

4, Kaliningradskoe Shosse, Rodniki Settlement, Guryevsky District, Kaliningrad Region, Russian Federation, 236035

**Alexander A. Pavlov** - [ORCID: 0000-0001-6088-5486] MD, cardiovascular surgeon of the cardiac surgery department №1

FSBI «Federal Center of High Medical Technologies» Health Ministry, Kaliningrad, Russian Federation

4, Kaliningradskoe Shosse, Rodniki Settlement, Guryevsky District, Kaliningrad Region, Russian Federation, 236035

**Pavel A. Shilenko** - [ORCID: 0000-0003-4357-9203] MD, PhD, cardiovascular surgeon of the cardiac surgery department №1

FSBI «Federal Center of High Medical Technologies» Health Ministry, Kaliningrad, Russian Federation

4, Kaliningradskoe Shosse, Rodniki Settlement, Guryevsky District, Kaliningrad Region, Russian Federation, 236035

**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)

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА «HEARTSTRING» ДЛЯ ПРОКСИМАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА У 1720 ПАЦИЕНТОВ ПРИ КОРОНАРНОМ ШУНТИРОВАНИИ НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ

**В.Н. Колесников<sup>1,2</sup>, \*С.Т. Энгиоев<sup>1,2</sup>, А.А. Зеньков<sup>1,2</sup>, Г.М. Магомедов<sup>1</sup>, Т.К. Раширова<sup>1</sup>, А. М.-С. Умаканова<sup>2</sup>, Д.Б. Алероев<sup>3</sup>,  
И.И. Чернов<sup>1</sup>, А.Б. Гамзаев<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

<sup>3</sup>Кабардино-Балкарский Государственный Университет им. Х.М. Бербекова

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Энгиоев Сослан Тайсумович (Soslan T. Enginoev), e-mail: Surgery-89@yandex.ru

### АННОТАЦИЯ

**Цель исследования:** оценить непосредственные результаты применения устройства Heartstring при формировании проксимальных анастомозов у пациентов, перенесших изолированное коронарное шунтирование (КШ) на работающем сердце.

**Материалы и методы:** проведен ретроспективный анализ 1720 пациентов, оперированных в период с 2009 г. по 2022 г. Изучались демографические характеристики, интраоперационные данные и непосредственные результаты послеоперационного периода. Все вмешательства выполнены без искусственного кровообращения, с использованием устройства Heartstring для проксимальных анастомозов. Оценивались частота инсульта, perioperative инфаркта миокарда, осложнений, требующих реэксплорации, а также госпитальная летальность.

**Результаты:** медиана возраста пациентов составила 63 (58–69) лет, мужчин — 88,3%. Атероматоз аорты выявлен у 54,3% больных. Медиана длительности операции составила 155 (135–180) минут, конверсия к искусственному кровообращению потребовалась в 0,6% случаев. Частота perioperative инфаркта миокарда составила 1%, инсульта — 1,2%, острого почечного повреждения — 1,6%, реэксплорации по поводу кровотечения — 1,6%. Госпитальная летальность составила 0,9%. Использование устройства Heartstring позволило безопасно выполнить проксимальные анастомозы без пережатия аорты даже у пациентов с выраженным атероматозом, обеспечив низкий уровень неврологических и геморрагических осложнений.

**Заключение:** применение устройства Heartstring при КШ на работающем сердце является надёжной и безопасной технологией, позволяющей снизить риск инсульта и других осложнений, связанных с манипуляциями на аорте. Методика может рассматриваться как эффективная альтернатива традиционному способу анастомозирования у пациентов с высоким риском атероэмболии.

**Ключевые слова:** коронарное шунтирование, проксимальный анастомоз, устройство Heartstring, атероматоз аорты, инсульт, perioperative осложнения.

**Для цитирования.** В.Н. Колесников, С.Т. Энгиоев, А.А. Зеньков, Г.М. Магомедов, Т.К. Раширова, А. М.-С. Умаканова, Д.Б. Алероев, И.И. Чернов, А.Б. Гамзаев, «ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВА «HEARTSTRING» ДЛЯ ПРОКСИМАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА У 1720 ПАЦИЕНТОВ ПРИ КОРОНАРНОМ ШУНТИРОВАНИИ НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 58–67.

## EXPERIENCE WITH THE USE OF THE HEARTSTRING DEVICE FOR PROXIMAL ANASTOMOSIS IN 1,720 PATIENTS UNDERGOING OFF-PUMP CORONARY

**V.N. Kolesnikov<sup>1,2</sup>, \*S.T. Enginoev<sup>1,2</sup>, A.A. Ziankou<sup>1</sup>, G.M. Magomedov<sup>1</sup>, T.K. Rashidova<sup>1</sup>, A.M.-S. Umahanova<sup>2</sup>, D.B. Aleroev<sup>3</sup>,  
I.I. Chernov<sup>1</sup>, A.B. Gamzaev<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation

<sup>2</sup>FSBEI of HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

<sup>3</sup>Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

<sup>4</sup>Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

### ABSTRACT

**Aim:** to evaluate the early outcomes of using the Heartstring device for proximal anastomosis formation in patients undergoing isolated off-pump coronary artery bypass grafting (CABG).

**Materials and Methods:** a retrospective analysis was performed in 1,720 patients operated on between 2009 and 2022. Demographic characteristics, intraoperative variables, and early postoperative outcomes were assessed. All procedures were performed without cardiopulmonary bypass, using the Heartstring device for proximal anastomoses. The incidence of stroke, perioperative myocardial infarction, bleeding requiring re-exploration, and in-hospital mortality was analyzed.

**Results:** the median age of patients was 63 (58–69) years; 88.3% were men. Aortic atheromatosis was detected in 54.3% of cases. The median operative time was 155 (135–180) minutes; conversion to cardiopulmonary bypass was required in 0.6% of patients. The incidence of perioperative myocardial infarction was 1%, stroke — 1.2%, acute kidney injury — 1.6%, and re-exploration for bleeding — 1.6%. The in-hospital mortality rate was 0.9%. Use of the Heartstring device allowed safe construction of proximal anastomoses without aortic clamping, even in patients with advanced atheromatosis, resulting in low rates of neurological and hemorrhagic complications.

**Conclusions:** application of the Heartstring device in off-pump CABG is a reliable and safe technique that reduces the risk of stroke and other aorta-related complications. This method can be considered an effective alternative to conventional clamping techniques in patients with a high risk of atheroembolism.

**Keywords:** coronary artery bypass grafting, proximal anastomosis, Heartstring device, aortic atheromatosis, stroke, perioperative complications.

## ВВЕДЕНИЕ

Коронарное шунтирование (КШ) остается золотым стандартом хирургического лечения многососудистого поражения коронарного русла и стеноза ствола левой коронарной артерии [1]. Несмотря на совершенствование хирургических техник и периоперационного ведения, инсульт остается одним из наиболее грозных осложнений КШ, ассоциированным с значительным увеличением летальности, заболеваемости, продолжительности госпитализации и стоимости лечения [2,3]. По данным крупных регистров, частота периоперационного инсульта может достигать 5% [2].

Одной из ключевых причин развития инсульта во время КШ является манипуляция на восходящей аорте, приводящая к мобилизации атеросклеротических бляшек и кальцинированных детридов с последующей эмболией церебральных артерий [4]. В связи с этим были разработаны стратегии, направленные на минимизацию контакта с аортой. На сегодняшний день существует спектр хирургических подходов, различающихся по степени манипуляции на аорте: от традиционного КШ с искусственным кровообращением (ИК) и поперечным наложением зажима на аорту до без касания аорты на работающем сердце (anOPCABG), полностью исключающего манипуляции с аортой и использование ИК [5]. Сетевой метаанализ Zhao D. и соавт. продемонстрировал четкую градацию риска периоперационного инсульта в зависимости от степени манипуляции на аорте [5]. Наименьший риск инсульта был ассоциирован с anOPCABG техникой, которая превосходила по этому показателю как КШ на работающем сердце с частичным зажимом (OPCABG-PC), так и КШ на работающем сердце с использованием устройства Heartstring (OPCABG-HS), и, тем более, традиционное КШ с ИК и кардиоплегией [5]. Это свидетельствует о том, что даже устройства для бесзажимного проксимального анастомоза, такие как Heartstring, не полностью устраниют риск, связанный с манипуляцией на аорте, по сравнению с истинной безаортальной техникой.

Однако в реальной клинической практике выполнение полной безаортальной реваскуляризации не всегда технически осуществимо или оправдано. В таких ситуациях устройство Heartstring представляет собой важную альтернативу, позволяющую выполнить проксимальный анастомоз без наложения бокового зажима. Ряд исследований подтверждают эффективность Heartstring в снижении риска инсульта по сравнению с техникой с частичным зажимом [6,7]. Вместе с тем, в литературе остаются дискуссионные моменты. Некоторые работы указывают на потенциальный риск микроэмболии газовыми пузырьками при использовании данного устройства [8], а другие подчеркивают, что низкая частота инсульта достигается лишь в рамках комплексного подхода, включающего преоперационную визуализацию аорты и интраоперационное эпикардальное сканирование [9]. Кроме того, несмотря на растущее количество данных о ранних результатах,

в литературе остается недостаточно сведений об исходах у пациентов, оперированных с применением устройства Heartstring [9,10].

Целью настоящего исследования было проанализировать непосредственные результаты пациентов, перенесших изолированное КШ на работающем сердце с использованием устройства Heartstring для проксимального анастомоза.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Популяция включенных больных

Настоящее исследование представляет собой одностороннее ретроспективное не рандомизированное наблюдательное исследование, выполненное на базе ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии», г. Астрахань.

В анализ включены 1720 пациентов, оперированных в период с 2009 по 2022 гг., которым выполнено изолированное КШ на работающем сердце с применением устройства Heartstring для формирования проксимальных анастомозов (OPCABG-HS) (**рис. 1**).

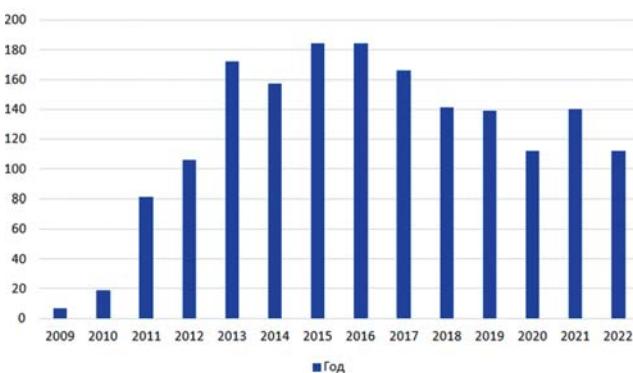
### Критерии включения:

1. Наличие гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий, подтвержденных коронарографией.
2. Возможность выполнения полной реваскуляризации без подключения искусственного кровообращения.

### Критерии исключения:

1. Необходимость сопутствующих вмешательств на клапанах сердца, аорте или других отделах сердца.
2. Сочетанные операции с сонными артериями.
3. Планируемое использование ИК во время операции.
4. Повторные вмешательства.
5. Острый инфаркт миокарда менее чем за 24 часа до операции.

Медиана возраста больных составила 63 (58–69) лет, мужчин было 1519 (88,3%), женщин — 201 (11,7%). Индекс массы тела составил 29,4 (26,6–32,6) кг/м<sup>2</sup>. Артериальная гипертензия выявлена у 1567 (91,1%) пациентов, сахарный диабет — у 461 (26,8%), хрони-



*Rис. 1. Включенные в исследование пациенты по годам.*

*Fig. 1. Patients included in the study by year.*

ческая обструктивная болезнь лёгких — у 319 (18,5%), фибрилляция предсердий в анамнезе — у 179 (10,4%), инсульт — у 159 (9,2%), чреспечевое коронарное вмешательство в анамнезе — у 176 (10,2%), постинфарктный кардиосклероз — у 1085 (63,1%). Хроническая сердечная недостаточность III–IV функционального класса по NYHA диагностирована у 655 (38%) пациентов.

По степени выраженности стенокардии распределение больных было следующим: безболевые формы — 23 (1,3%), I функциональный класс — 41 (2,4%), II класс — 479 (27,8%), III класс — 1032 (60,0%), IV класс — 137 (8,0%), нестабильная стенокардия — 8 (0,5%).

Таким образом, большинство пациентов имели стенокардию III–IV функционального класса. Медиана фракции выброса левого желудочка составила 55 (50–59) %, конечный диастолический объём — 113 (93–139) мл, конечный систолический объём — 50 (38–72) мл, систолическое давление в лёгочной артерии — 25 (24–29) мм рт. ст.

По данным коронарографии у большинства больных выявлено многососудистое поражение коронарного русла. Поражение ствола левой коронарной артерии менее 50% имелось у 1078 (62,7%) пациентов, 50–75% — у 422 (24,5%), 76–90% — у 160 (9,3%), 90–99% — у 57 (3,3%), окклюзия — у 3 (0,2%). В бассейне передней межжелудочковой артерии стеноз менее 50% отмечен у 49 (2,8%), 50–75% — у 389 (22,6%), 76–90% — у 506 (29,4%), 90–99% — у 358 (20,8%), окклюзия — у 418 (24,3%). В бассейне огибающей артерии стеноз менее 50% определялся у 231 (13,4%) больного, 50–75% — у 413 (24,0%), 76–90% — у 414 (24,1%), 90–99% — у 323 (18,8%), окклюзия — у 339 (19,7%). В бассейне правой коронарной артерии стеноз менее 50% встречался у 155 (9,0%), 50–75% — у 256 (14,9%), 76–90% — у 312 (18,1%), 90–99% — у 307 (17,8%), окклюзия — у 690 (40,1%) (**табл. 1**).

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics версии 26 (IBM Corp., Chicago, IL, USA). Для определения характера распределения количественных переменных применялся критерий Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллифорса. Переменные с нормальным распределением описывались как среднее значение и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), тогда как переменные с ненормальным распределением — в виде медианы и межквартильного размаха ( $Me [Q1–Q3]$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

У 934 (54,3%) пациентов интраоперационно пальпаторно или по данным эпикардального ультразвукового исследования выявлен атероматоз восходящей аорты, что учитывалось при выборе техники и места формирования проксимальных анастомозов. Эпикардальное УЗИ выполнено у 622 (36,2%) больных. Минимально инвазивное коро-

нарное шунтирование проведено у 18 (1%) больных, перевязка ушка левого предсердия — у 359 (20,9%). Бимаммарное шунтирование выполнено у 64 (3,7%) пациентов, из них 50 — с использованием *in situ*-кондуктов и 14 — композитным способом. Полная артериальная реваскуляризация достигнута у 23 (1,3%) больных. Секвенциальное шунтирование применено в 873 (50,8%) случаях, Y- или T-графты — в 187 (10,9%).

В качестве кондуктов использовались: левая внутренняя грудная артерия у 1669 (97%) больных, правая внутренняя грудная артерия — у 73 (4,2%), лучевая артерия — у 160 (9,3%), аутовена — у 1697 (98,7%). Эндоскопический забор вены выполнен у 104 (6%) пациентов. Медиана количества дистальных анастомозов составила 3 (2–3), количество использованных устройств Heartstring — 1 (1–2). Средняя длительность операции — 155 (135–180) минут. Конверсия к искусственному кровообращению потребовалась в 10 (0,6%) случаях.

В бассейне передней межжелудочковой артерии шунтирование выполнено преимущественно с использованием левой внутренней грудной артерии — у 1613 (93,8%) пациентов. В бассейне огибающей артерии анастомоз с аутовеной сформирован у 1217 (70,8%), с лучевой артерией — у 150 (8,7%). В бассейне правой коронарной артерии аутовена использовалась у 1295 (75,3%) больных (**табл. 2**).

В послеоперационном периоде частота периоперационного инфаркта миокарда составила 17 (1%) случаев, инсульт — 21 (1,2%), из них интраоперационных — 9 (0,5%) и послеоперационных — 12 (0,7%) (**табл. 3**). У 11 пациентов инсульт носил множественный характер, в бассейне средней мозговой артерии зарегистрировано 16 случаев, в вертебробазилярном бассейне — 10, в разных бассейнах — 6. Средний показатель по шкале mRS при выписке составил 3 (1–5). Острое почечное повреждение развилось у 27 (1,6%) пациентов, делирий — у 75 (4,4%), нагноение послеоперационной раны — у 20 (1,2%), постоперационная фибрилляция предсердий — у 232 (13,5%). Реэксплорация по поводу кровотечения потребовалась в 27 (1,6%) случаях, гемотрансфузии проведены у 402 (23,4%) больных. Вспомогательные методы поддержки кровообращения применялись редко: внутриаортальный баллонный контрапульсатор — у 9 (0,5%) больных, экстракорпоральная мембранный оксигенатор — у 4 (0,2%). Мезентериальный тромбоз отмечен у 4 (0,2%) пациентов. Госпитальная летальность составила 15 (0,9%). Среднее время пребывания в отделении реанимации — 22 (19–24) часа, средняя длительность госпитализации — 6 (6–8) дней.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты настоящего исследования подтверждают, что применение устройства Heartstring при выполнении изолированного КШ на работающем сердце обеспечивает высокую безопасность и эффективность вмешательства. В когорте из 1720 пациентов частота инсульта составила

**Таблица 1. Общая характеристика включенных больных**

Table 1. General characteristics of the included patients

<b>Параметры/Parametrs</b>	<b>n=1720</b>
Возраст, года Me (Q1-Q3), / Age, years	63 (58-69)
Пол, мужчины, n (%) , Male	1519 (88,3)
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> Me (Q1-Q3), BMI	29,4 (26,6-32,6)
ФК стенокардии, n (%) , Angina FC	
Безболевая / Silent	23 (1,3)
I	41 (2,4)
II	479 (27,8)
III	1032 (60)
IV	137 (8)
Нестабильная / Unstable	8 (0,5)
XCH III-IV ФК, n (%) , CHF FC	655 (38)
СД, n (%) / Diabetes	461 (26,8)
АГ, n (%) / AH	1567 (91,1)
ХОБЛ, n (%) / COPD	319 (18,5)
ФП в анамнезе, n (%) / AF	179 (10,4)
Инсульт в анамнезе, n (%) / History of stroke	159 (9,2)
ЧКВ в анамнезе, n (%) / History of PCI	176 (10,2)
ПИКС, n (%) / Post-MI cardiosclerosis	1085 (63,1)
ФВ ЛЖ, % Me (Q1-Q3) / EF LV	55 (50-59)
КДО ЛЖ, мл Me (Q1-Q3) / EDV ml	113 (93-139)
КСО ЛЖ, мл Me (Q1-Q3) / ESV ml	50 (38-72)
СДЛА, мм рт.ст. Me (Q1-Q3) / SPPA	25 (24-29)
<b>Данные коронарографии, n (%) / Coronary angiography data</b>	
Ствол <50% / LMCA	1078 (62,7)
50-75%	422 (24,5)
76-90%	160 (9,3)
90-99%	57 (3,3)
Окклюзия / total occlusion	3 (0,2)
ПМЖА <50% / LAD	49 (2,8)
50-75%	389 (22,6)
76-90%	506 (29,4)
90-99%	358 (20,8)
Окклюзия / total occlusion	418 (24,3)
ОА <50% / CX	231 (13,4)
50-75%	413 (24)
76-90%	414 (24,1)
90-99%	323 (18,8)
Окклюзия / total occlusion	339 (19,7)
ПКА <50% / PDA	155 (9)
50-75%	256 (14,9)
76-90%	312 (18,1)
90-99%	307 (17,8)
Окклюзия/ total occlusion	690 (40,1)

**Примечание:** АГ – артериальная гипертензия; ИМТ – индекс массы тела; ЛКА – левая коронарная артерия; ОА – огибающая артерия; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ПКА – правая коронарная артерия; ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия; СД – сахарный диабет; СДЛА – sistолическое давление в лёгочной артерии; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФК – функциональный класс; ФП – фибрillation предсердий; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких; XCH – хроническая сердечная недостаточность; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство, NYHA – New York Heart Association.

**Note:** BMI – body mass index; FC – functional class; CHF- chronic heart failure; AH – Arterial hypertension; COPD – Chronic Obstructive Pulmonary Disease; AF – atrial fibrillation; PCI – percutaneous coronary intervention; MI – myocardial infarction ; EF LV – ejection fraction left ventricle; EDV- end diastolic volume; ESV – end systolic volume; SPPA – systolic pressure in the pulmonary artery; LMCA – left main coronary artery; LAD – left artery descending; CX – circumflex artery; PDA – posterior descending artery.

1,2%, периоперационного инфаркта миокарда — 1%, а госпитальная летальность — 0,9%, учитывая тот факт, что 54,3% имели атероматоз восходящей аорты.

Согласно данным Колесникова В.Н. и соавт., где проанализированы результаты КШ у 1136 пациентов с выраженным

атерокальцинозом аорты, устройство Heartstring использовалось в 82,2 % случаев и обеспечило минимальную частоту инсультов (1,6 %) и летальность 1,1% у такой тяжелой категории больных [11]. Авторы подчеркнули, что сочетание бесзажимной методики и эпикардального

**Таблица 2. Операционные показатели**

Table 2. Operating parameters

Параметры / Parameters	n=1720
Мининвазивное коронарное шунтирование, n (%) / Minimally invasive coronary artery bypass grafting,	18 (1)
Эпикардальное УЗИ, n (%) / Epiaortic ultrasound	622 (36,2)
Атероматоз аорты, n (%) / Aortic atheromatosus	934 (54,3)
Перевязка ушка ЛП, n (%) / Left atrial appendage ligation	359 (20,9)
БиМКШ, n (%) / BIMA	64 (3,7)
In situ	50
Композитное / Composite	14
Полная артериальная реваскуляризация, n (%) / Complete arterial revascularization	23 (1,3)
Секвенциальное шунтирование, n (%) / Sequential grafting	873 (50,8)
Y- или T-графт, n (%) / Y or T graft configuration	187 (10,9)
ЛВГА, n (%) / LITA	1669 (97)
ПВГА, n (%) / RITA	73 (4,2)
ЛА, n (%) / RA	160 (9,3)
AB, n (%) / SVG	1697 (98,7)
Эндоскопический забор AB, n (%) / Endoscopic vein harvesting	104 (6)
No touch vein, n (%)	
Бассейн ПМЖА, n (%) / LAD territory	
Не шунтировалась / Not grafted	17 (1)
С ЛВГА / Grafted with LITA	1613 (93,8)
С ПВГА / Grafted with RITA	39 (2,3)
С AB / Grafted with SVG	45 (2,6)
СЛА / Grafted with RA	6 (0,3)
Бассейн OA, n (%) / LCx territory	
Не шунтировалась / Not grafted	284 (16,5)
С ЛВГА / Grafted with LITA	42 (2,4)
С ПВГА / Grafted with RITA	27 (1,6)
С AB / Grafted with SVG	1217 (70,8)
С ЛА / Grafted with RA	150 (8,7)
Бассейн ПКА, n (%) / RCA territory	
Не шунтировалась / Not grafted	415 (24,1)
С ЛВГА / Grafted with LITA	1 (0,1)
С ПВГА / Grafted with RITA	3 (0,2)
С AB / Grafted with SVG	1295 (75,3)
С ЛА / Grafted with RA	5 (0,3)
Количество дистальных анастомозов, Me (Q1-Q3) / Number of distal anastomoses	3 (2-3)
Конверсия, n (%) / Conversion to cardiopulmonary bypass	10 (0,6)
Количество использованных устройств «HeartString» / Number of Heartstring devices used	1 (1-2)
Длительность операции, мин Me (Q1-Q3) / Operative time, min	155 (135-180)

**Примечание:** AB – аутовена; БиМКШ – бимаммарное коронарное шунтирование; ЛА – лучевая артерия; ЛВГА – левая внутренняя грудная артерия; OA – огибающая артерия; ПВГА – правая внутренняя грудная артерия; ПКА – правая коронарная артерия; ПМЖА – передняя межжелудочковая артерия; УЗИ – ультразвуковое исследование; No-touch vein – без касания.

**Note:** BIMA – Bilateral Internal Mammary Artery; LITA – Left Internal Thoracic Artery; RITA-right Internal Thoracic Artery; LAD – LAD- left artery descending ; SVG – saphenous vein graft; RA – radian artery; RCA – right coronary artery; LCx – left circumflex artery.

УЗИ позволяет безопасно выполнять реваскуляризацию миокарда даже у пациентов с тяжёлым кальцинозом, подтверждая нашу тенденцию к значительному снижению цереброваскулярных осложнений. В многочисленных клинических и экспериментальных работах показано, что основной механизм инсульта при КШ связан с эмболией вследствие манипуляций на аорте [3,12,13]. Gaudino M. и соавт. указали, что до 70 % перипроцедурных инсультов возникает во время поперечного или бокового пережатия аорты, а исключение этих манипуляций является

самой наиболее эффективной стратегией профилактики [12]. В регистре SWEDEHEART показано, что любое увеличение объёма аортальных манипуляций ассоциировано с ростом риска инсульта и летальности [13].

В исследованиях Emmert M. и соавт. и Vicol C. и соавт. было показано, что Heartstring обеспечивает герметичность и надёжность анастомозов без увеличения длительности операции и без компромисса по числу дистальных шунтов [14,15].

В метаанализе Zhao D. и соавт. установлено, что стратегии

**Таблица 3. Послеоперационные осложнения****Table 3. Postoperative Complications**

<b>Параметры / Parameters</b>	<b>n=1720</b>
Периоперационный ИМ, n (%) / Perioperative myocardial infarction	17 (1)
Инсульт, n (%) / Stroke	21 (1,2)
Интраоперационный / Intraoperative	9 (0,5)
Послеоперационный / Postoperative	12 (0,7)
Множественные очаги / Multiple cerebral lesions	11
Бассейн СМА / MCA territory	16
Бассейн ВББ /VBT territory	10
Разные бассейны / Multiple vascular territories	6
mRS при выписке, Me (Q1-Q3) / mRS at discharge	3 (1-5)
ОПП, n (%) / AKI	27 (1,6)
Делирий, n (%) / Delirium	75 (4,4)
Нагноение послеоперационной раны, n (%) / Surgical wound infection	20 (1,2)
ПОФП, n (%) / POAF	232 (13,5)
ЭКМО, n (%) / ECMO	4 (0,2)
ВАБК, n (%) / IABP	9 (0,5)
Реэксплорация по поводу кровотечения, n (%) / Re-exploration for bleeding	27 (1,6)
Гемотрансфузии, n (%) / Blood transfusion	402 (23,4)
Мезентериальный тромбоз, n (%) / Mesenteric thrombosis	4 (0,2)
Госпитальная летальность, n (%) / In-hospital mortality	15 (0,9)
Время нахождения в ОАРИТ, ч Me (Q1-Q3) / Length of stay in intensive care unit, h	22 (19-24)
Период госпитализации, дн Me (Q1-Q3) / Total hospital stay, days,	6 (6-8)

**Примечание:** ВАБК – внутриаортальный баллонный контрапульсатор; ВББ – вертебробазилярный бассейн; ИМ – инфаркт миокарда; ОАРИТ – отделение анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии; ОПП – острое почечное повреждение; ПОФП – постоперационная фибрилляция предсердий; СМА – средняя мозговая артерия; ЭКМО – экстракорпоральная мембранный оксигенатор; mRS - modified Rankin Scale.

**Note:** MCA – middle cerebral artery; VBT- vertebrobasilar system; AKI – acute kidney injury; POAF – postoperative atrial fibrillation; ECMO – extra corporeal membrane oxygenation; IABP – intra-aortic balloon counterpulsation.

анOPCAB снижают риск инсульта на 78%, а применение устройства Heartstring — примерно на 50% по сравнению с традиционным боковым зажимом [5]. Эти данные дополняются работой Hilker M. и соавт. и Hangler H. и соавт., в которых было доказано, что отказ от зажима в off-pump операциях снижает частоту инсульта до 0,9–1,5% [16,17]. Механизм защитного эффекта обусловлен комбинацией двух факторов — исключением аортальных манипуляций и тщательным интраоперационным визуальным контролем (эпикардальное УЗИ). Доказано, что использование эпикардального сканирования снижает частоту эмболий и позволяет точно определять зоны для анастомозирования [6,18]. В нашем исследовании эпикардальное УЗИ выполнялось у 36% пациентов, что сопровождалось отсутствием тяжёлых интраоперационных инсультов.

В работе Amano K. и соавт. было показано, что 5- и 10-летняя выживаемость составила 86% и 66% соответственно, а частота инсульта не превысила 1% [9]. Эти данные подтверждают, что применение устройства обеспечивает не только непосредственные, но и долговременные результаты с низкой частотой MACE.

Таким образом, использование Heartstring позволяет обеспечить долгосрочную защиту мозга и высокую проходимость шунтов при минимальном риске операционных осложнений.

## ВЫВОДЫ

Применение устройства Heartstring при формировании проксимальных анастомозов у пациентов, перенесших коронарное шунтирование на работающем сердце, продемонстрировало высокую безопасность и эффективность метода. Использование данной технологии позволило полностью исключить необходимость пережатия аорты даже у больных с выраженным атероматозом, что сопровождалось низкой частотой инсульта (1,2%) и минимальной госпитальной летальностью (0,9%).

Техника обеспечила стабильные интраоперационные параметры, среднюю продолжительность вмешательства 155 (135–180) минут и низкий уровень конверсии к искусственному кровообращению (0,6%). Частота периоперационного инфаркта миокарда составила 1%, а частота значимых кровотечений, потребовавших реэксплорации, — 1,6%. Полученные результаты свидетельствуют о надёжности и воспроизводимости технологии Heartstring в повседневной клинической практике. Её применение особенно целесообразно у пациентов с атероматозом восходящей аорты, у которых традиционные методы анастомозирования сопряжены с повышенным риском эмболических осложнений.

Таким образом, устройство Heartstring является эффективным и безопасным инструментом для выполнения

проксимальных анастомозов в условиях операции на работающем сердце, позволяющим снизить травматичность вмешательства, уменьшить риск инсульта и улучшить непосредственные результаты хирургического лечения.

#### Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, связанных как с дизайном, так и с методологическими особенностями. Прежде всего, работа выполнена в формате однокентрового ретроспективного наблюдения, что ограничивает возможность экстраполяции полученных результатов на более широкую популяцию пациентов. Отсутствие рандомизации не позволяет исключить влияние скрытых факторов, способных влиять на выбор хирургической техники и periоперационные исходы. Не проводилось сравнение с контрольной группой больных, у которых проксимальные анастомозы выполнялись традиционным способом с частичным наложением зажима на аорту. Это не даёт возможности количественно оценить степень снижения риска инсульта и других осложнений, непосредственно связанного с применением устройства Heartstring.

В исследовании оценивались только непосредственные

результаты госпитального периода, без анализа отдалённых клинических исходов, таких как выживаемость, повторные ишемические события, проходимость шунтов и частота реинтervенций. Отсутствие данных об отдалённом наблюдении ограничивает возможность окончательной оценки долговременной эффективности технологии. Кроме того, оценка выраженности атероматоза аорты проводилась преимущественно по данным интраоперационного эпикардального ультразвукового исследования и пальпации, без предоперационного КТ-ангиографического подтверждения, что может приводить к субъективной вариабельности диагностики. Также не анализировалось влияние опыта хирурга и объёма ежегодных операций на исходы, что могло бы иметь значение при интерпретации результатов.

Таким образом, несмотря на значительный объём выборки и высокую достоверность полученных данных, результаты исследования следует рассматривать в контексте вышеуказанных ограничений. Для окончательной валидации преимущества устройства Heartstring необходимы проспективные многоцентровые рандомизированные исследования с включением контрольных групп и длительным последующим наблюдением. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Neumann F.J., Sousa-Uva M, Ahlsson A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. Eur Heart J 2019; 40:87–165. DOI: 10.1093/euroheartj/ehy394
2. Gaudino M., Angiolillo D.J., Di Franco A. et al. Stroke after coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention: Incidence, pathogenesis, and outcomes. J Am Heart Assoc 2019; 8:1–12. DOI: 10.1161/JAHA.119.013032
3. Jonsson K., Barbu M., Nielsen S.J. et al. Perioperative stroke and survival in coronary artery bypass grafting patients: a SWEDHEART study. Eur J Cardio-Thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thoracic Surg 2022; 62. DOI: 10.1093/ejcts/ezac025
4. Seco M., Edelman J.J.B., Boxtel B. Van et al. Neurologic Injury and Protection in Adult Cardiac and Aortic Surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth 2015; 29:185–95. DOI: 10.1053/j.jvca.2014.07.026
5. Zhao D.F., Edelman J.J., Seco M. et al Coronary Artery Bypass Grafting With and Without Manipulation of the Ascending Aorta: A Network Meta-Analysis. J Am Coll Cardiol 2017; 69:924–36. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.11.071
6. El Zayat H., Puskas J.D., Hwang S. et al. Avoiding the clamp during off-pump coronary artery bypass reduces cerebral embolic events: results of a prospective randomized trial. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2012; 14:12–6. DOI: 10.1093/icvts/ivr004
7. Thourani V.H., Razavi S.A., Nguyen T.C. et al. Incidence of postoperative stroke using the Heartstring device in 1,380 coronary artery bypass graft patients with mild to severe atherosclerosis of the ascending aorta. Ann Thorac Surg 2014; 97:2066–72; discussion 2072. DOI: 10.1016/j.athorac-
- sur:2014.02.044
8. Halkos M.E., Anderson A., Binongo J.N.G. et al. Operative strategies to reduce cerebral embolic events during on- and off-pump coronary artery bypass surgery: A stratified, prospective randomized trial. J Thorac Cardiovasc Surg 2017; 154:1278–1285.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2017.04.089
9. Amano K., Takami Y., Maekawa A. et al. Outcomes of 881 Consecutive Coronary Artery Bypass Graft Patients Using Heartstring Device. Thorac Cardiovasc Surg 2025; 73:199–205. DOI: 10.1055/s-0044-1786986
10. Formica F., Tata G., Singh G. et al. Incidence of perioperative stroke in clampless aortic anastomosis during off-pump coronary artery bypass grafting. Heart Vessels 2018; 33:595–604. DOI: 10.1007/s00380-017-1106-0
11. Колесников В.Н., Энгиноев С.Т., Зеньков А.А., Чернов И.И. Коронарное шунтирование на работающем сердце у больных с многососудистым поражением коронарных артерий и атерокальцинозом аорты: одноцентровое ретроспективное исследование 1136 больных. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2025; 13(2): 31–36. DOI:10.33029/2308-1198-2025-13-2-31-36
12. Gaudino M., Angiolillo D.J., Di Franco A. et al. Stroke after coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention: Incidence, pathogenesis, and outcomes. J Am Heart Assoc 2019; 8:1–12. DOI: 10.1161/JAHA.119.013032
13. Knol W.G., Budde R.P.J., Mahtab E.A. et al. Intimal aortic atherosclerosis in cardiac surgery: surgical strategies to prevent embolic stroke. Eur J Cardio-Thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thoracic Surg 2021; 60:1259–67. DOI: 10.1093/

[ejcts/ezab344](#)

14. Vicol C., Oberhoffer M., Nollert G. et al. First clinical experience with the HEARTSTRING, a device for proximal anastomoses in coronary surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; 79:1732-7; discussion 1737. [DOI: 10.1016/j.athoracsur.2004.05.080](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.05.080)
15. Emmert M.Y., Grünenfelder J., Scherman J. et al. HEARTSTRING enabled no-touch proximal anastomosis for off-pump coronary artery bypass grafting: current evidence and technique. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; 17:538-41. [DOI: 10.1093/icvts/ivt237](https://doi.org/10.1093/icvts/ivt237)
16. Hilker M., Arlt M., Keyser A. et al. Minimizing the risk of perioperative stroke by clampless off-pump bypass surgery: a

retrospective observational analysis. *J Cardiothorac Surg* 2010; 5:14. [DOI: 10.1186/1749-8090-5-14](https://doi.org/10.1186/1749-8090-5-14)

17. Hangler H.B., Nagele G., Danzmayr M. et al. Modification of surgical technique for ascending aortic atherosclerosis: impact on stroke reduction in coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126:391-400. [DOI: 10.1016/s0022-5223\(03\)00395-7](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(03)00395-7)

18. Ikram A., Mohiuddin H., Zia A. et al. Does epiaortic ultrasound screening reduce perioperative stroke in patients undergoing coronary surgery? A topical review. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas* 2018; 50:30-4. [DOI: 10.1016/j.jocn.2018.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jocn.2018.01.003).

**REFERENCE**

- Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2019; 40:87-165. [DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy394)
- Gaudino M., Angiolillo D.J., Di Franco A. et al. Stroke after coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention: Incidence, pathogenesis, and outcomes. *J Am Heart Assoc* 2019; 8:1-12. [DOI: 10.1161/JAHA.119.013032](https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013032)
- Jonsson K., Barbu M., Nielsen S.J. et al. Perioperative stroke and survival in coronary artery bypass grafting patients: a SWEDHEART study. *Eur J Cardio-Thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thoracic Surg* 2022; 62. [DOI: 10.1093/ejcts/ezac025](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezac025)
- Seco M., Edelman J.J.B., Boxtel B. Van et al. Neurologic Injury and Protection in Adult Cardiac and Aortic Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2015; 29:185-95. [DOI: 10.1053/j.jvca.2014.07.026](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2014.07.026)
- Zhao D.F., Edelman J.J., Seco M. et al. Coronary Artery Bypass Grafting With and Without Manipulation of the Ascending Aorta: A Network Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol* 2017; 69:924-36. [DOI: 10.1016/j.jacc.2016.11.071](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.11.071)
- El Zayat H., Puskas J.D., Hwang S. et al. Avoiding the clamp during off-pump coronary artery bypass reduces cerebral embolic events: results of a prospective randomized trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012; 14:12-6. [DOI: 10.1093/icvts/ivr004](https://doi.org/10.1093/icvts/ivr004)
- Thourani V.H., Razavi S.A., Nguyen T.C. et al. Incidence of postoperative stroke using the Heartstring device in 1,380 coronary artery bypass graft patients with mild to severe atherosclerosis of the ascending aorta. *Ann Thorac Surg* 2014; 97:2066-72; discussion 2072. [DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.02.044](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.02.044)
- Halkos M.E., Anderson A., Binongo J.N.G. et al. Operative strategies to reduce cerebral embolic events during on- and off-pump coronary artery bypass surgery: A stratified, prospective randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2017; 154:1278-1285.e1. [DOI: 10.1016/j.jtcvs.2017.04.089](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.04.089)
- Amano K., Takami Y., Maekawa A. et al. Outcomes of 881 Consecutive Coronary Artery Bypass Graft Patients Using Heartstring Device. *Thorac Cardiovasc Surg* 2025; 73:199-205. [DOI: 10.1055/s-0044-1786986](https://doi.org/10.1055/s-0044-1786986)
- Formica F., Tata G., Singh G. et al. Incidence of periopera-
- tive stroke in clampless aortic anastomosis during off-pump coronary artery bypass grafting. *Heart Vessels* 2018; 33:595-604. [DOI: 10.1007/s00380-017-1106-0](https://doi.org/10.1007/s00380-017-1106-0)
- Kolesnikov V.N., Enginoev S.T., Ziankou A.A., Chernov I.I. Off-pump coronary artery bypass grafting in patients with multivessel coronary artery disease and aortic atherosclerosis: a single-center retrospective study of 1136 patients. *Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal* 2025; 13 (2): 31-6 [DOI: 10.33029/2308-1198-2025-13-2-31-36](https://doi.org/10.33029/2308-1198-2025-13-2-31-36) [In Russ].
- Gaudino M., Angiolillo D.J., Di Franco A. et al. Stroke after coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention: Incidence, pathogenesis, and outcomes. *J Am Heart Assoc* 2019; 8:1-12. [DOI: 10.1161/JAHA.119.013032](https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013032)
- Knol W.G., Budde R.P.J., Mahtab E.A. et al. Intimal aortic atherosclerosis in cardiac surgery: surgical strategies to prevent embolic stroke. *Eur J Cardio-Thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thoracic Surg* 2021; 60:1259-67. [DOI: 10.1093/ejcts/ezab344](https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab344)
- Vicol C., Oberhoffer M., Nollert G. et al. First clinical experience with the HEARTSTRING, a device for proximal anastomoses in coronary surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; 79:1732-7; discussion 1737. [DOI: 10.1016/j.athoracsur.2004.05.080](https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.05.080)
- Emmert M.Y., Grünenfelder J., Scherman J. et al. HEARTSTRING enabled no-touch proximal anastomosis for off-pump coronary artery bypass grafting: current evidence and technique. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; 17:538-41. [DOI: 10.1093/icvts/ivt237](https://doi.org/10.1093/icvts/ivt237)
- Hilker M., Arlt M., Keyser A. et al. Minimizing the risk of perioperative stroke by clampless off-pump bypass surgery: a retrospective observational analysis. *J Cardiothorac Surg* 2010; 5:14. [DOI: 10.1186/1749-8090-5-14](https://doi.org/10.1186/1749-8090-5-14)
- Hangler H.B., Nagele G., Danzmayr M. et al. Modification of surgical technique for ascending aortic atherosclerosis: impact on stroke reduction in coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126:391-400. [DOI: 10.1016/s0022-5223\(03\)00395-7](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(03)00395-7)
- Ikram A., Mohiuddin H., Zia A. et al. Does epiaortic ultrasound screening reduce perioperative stroke in patients undergoing coronary surgery? A topical review. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas* 2018; 50:30-4. [DOI: 10.1016/j.jocn.2018.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jocn.2018.01.003)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Колесников Владимир Николаевич** – [ORCID: 0009-0003-0637-1427] к.м.н., главный врач, врач сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России 414004, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4 ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России 414000, Российской Федерации, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

**Энгиноев Сослан Тайсумович** – [ORCID: 0000-0002-8376-3104] к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург, доцент кафедры сердечно-сосудистой хирургии ФПО ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России 414004, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4 ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России 414000, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

**Зенков Александр Александрович** – [ORCID: 0000-0002-7119-2340] д.м.н., зав. кардиохирургическим отделением № 1, заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии ФПО, врач сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России 414004, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4 ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России 414000, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

**Магомедов Гасан Магомедзагирович** – [ORCID: 0000-0002-1278-9278] к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России 414004, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4

**Рашидова Тамара Кулумбековна** – [ORCID: 0000-0002-6857-0830] врач ультразвуковой диагностики ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России 414004, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4

**Умахановна Аминат Мухмад-Салиховна** – [ORCID: 0009-0003-1797-3298], клинический ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии ФПО ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России 414000, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121

**Алеровев Дени Бадрудинович** – [ORCID: 0009-0001-6464-3609] студент факультета медицинской академии Кабардино-Балкарский Государственный Университет им. Х.М. Бербекова 360004, Российской Федерация, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

**Чернов Игорь Ионович** – [ORCID: 0000-0002-9924-5125] д.м.н., зам. главного врача по хирургической помощи, врач сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России 414004, Российской Федерация, г. Астрахань, ул. Покровская Роща, 4

**Гамзаев Алишер оглы Баги** – [ORCID: 0000-0001-7617-9578] д.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России 603005, Российской Федерация, г. Нижний Новгород, ул. Площадь Минина и Пожарского, 10/1

**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

**Vladimir N. Kolesnikov** – [ORCID: 0009-0003-0637-1427] MD, PhD, Chief Physician, Cardiovascular Surgeon FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roscha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414004

FSBEI of HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation 121, Bakinskaya Str, Astrakhan, Russian Federation, 414000

**Soslan T. Enginoev** – [ORCID: 0000-0002-8376-3104] PhD, cardiovascular surgeon, associate professor of the Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Postgraduate Education FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roscha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414004

FSBEI of HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation 121, Bakinskaya Str, Astrakhan, Russian Federation, 414000

**Alexander A. Zenkov** – [ORCID: 0000-0002-7119-2340] MD, PhD, Head of the Cardiac Surgery Department No.1, Head of the Department of Cardiovascular Surgery of the Faculty of Postgraduate Education, Cardiovascular Surgeon FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roscha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414004

FSBEI of HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation 121, Bakinskaya Str, Astrakhan, Russian Federation, 414000

**Gasan M. Magomedov** – [ORCID: 0000-0002-1278-9278] PhD, cardiovascular surgeon FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roscha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414004

**Tamara K. Rashidova** – [ORCID: 0000-0002-6857-0830] ultrasound doctor FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation 4, Pokrovskaya Roscha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414004

**Aminat M.-S. Umahanova** – [ORCID: 0009-0003-1797-3298] clinical resident of the Department of Cardiovascular Surgery of the Faculty of Postgraduate Education

FSBEI of HE "Astrakhan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation  
121, Bakinskaya Str., Astrakhan, Russian Federation, 414000

**Deni B. Akroev** – [ORCID: 0009-0001-6464-3609] student of the faculty of the Medical Academy Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

173, Chernyshevsky Str., Nalchik, Russian Federation, 360004

**Igor I. Chernov** – [ORCID: 0000-0002-9924-5125] MD, PhD, Deputy Chief Physician for Surgical Care, Cardiovascular Surgeon FSBI «Federal Center for Cardiovascular Surgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation

4, Pokrovskaya Roscha Str, Astrakhan, Russian Federation, 414004

**Alisher B. Gamzaev** – [ORCID: 0000-0001-7617-9578] MD, cardiovascular surgeon

FSBEI of HE «Volga Region Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation»  
10/1, Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603005

---

**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.

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

## ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ АМПУТАЦИИ УШКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ

М. Кадырова<sup>1</sup>, \*Е.Д. Стребкова<sup>1</sup>, Е.В. Ялова<sup>1</sup>, А.Ш. Ревишвили<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): Стребкова Елизавета Дмитриевна (Elizaveta D. Strebkova), e-mail: elizabeth.strebkova@yandex.ru

### АННОТАЦИЯ

Фибрилляция предсердий является наиболее распространенной предсердной тахиаритмиеей во всем мире. Риски развития системных тромбоэмбологических событий существенно возрастают у пациентов, страдающих фибрилляцией предсердий. Считается, что до 95% тромбов у данной группы пациентов локализуется в ушке левого предсердия.

Актуальной проблемой современной аритмологии является поиск оптимальных и эффективных методов профилактики развития тромбоэмбологических событий при фибрилляции предсердий. Несмотря на доказанную высокую эффективность терапевтических методов, данный метод имеет ряд ограничений и противопоказаний в пожизненном приеме.

Альтернативным вариантом является хирургическая изоляция или ампутация ушка левого предсердия, но данная процедура выполнима исключительно как симультанная при открытых кардиохирургических вмешательствах.

Имплантация окклюдеров является перспективным направлением в изоляции ушка левого предсердия, но имеет высокую зависимость от анатомической структуры последнего и требует приема антиагрегантов в послеоперационном периоде.

В связи с высокой травматичностью открытых хирургических вмешательств, техническими сложностями имплантации окклюдеров стали разрабатываться методы изоляции ушка левого предсердия из системного кровотока из минимально инвазивных доступов. Видеоассистированные торакоскопические абляции являются не только перспективным направлением в выполнении эпикардиальной абляции, но дают возможность выполнения одномоментной ампутации ушка левого предсердия.

Нерешенной задачей минимально инвазивной хирургической изоляции ушка левого предсердия является его детальная визуализация на этапе планирования операции. Компьютерная томография с контрастированием обладает высокой разрешающей способностью, что в совокупности с возможностью построения трехмерных моделей позволяет более точно выбирать размер, тип и оптимальную позицию окклюзирующего устройства для пациента в соответствии с его анатомическими особенностями.

Таким образом, основной задачей представленного сообщения является описание роли компьютерной томографии с контрастированием на этапе планирования торакоскопической ампутации ушка левого предсердия эндостаплером с целью повышения безопасности и эффективности процедуры.

**Ключевые слова:** ушко левого предсердия, ампутация ушка левого предсердия, фибрилляция предсердий, мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием.

**Для цитирования.** М. Кадырова, Е.Д. Стребкова, Е.В. Ялова, А.Ш. Ревишвили, «ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ АМПУТАЦИИ УШКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 68–79.

## REOPERATIVE PLANNING OF THORACOSCOPIC AMPUTATION OF THE LEFT ATRIUM APPENDAGE IN ATRIAL FIBRILLATION

М. Kadyrova<sup>1</sup>, \*E.D. Strebkova<sup>1</sup>, E.V.Yalova<sup>1</sup>, A.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

Atrial fibrillation is the most common atrial tachyarrhythmia worldwide. The risks of systemic thromboembolic events are significantly increased in patients with atrial fibrillation. In this patient group, it is thought that up to 95% of the thrombus is thought to be localised in the left atrial appendage. An important problem of modern arrhythmology is the search for optimal and effective methods of prevention of thromboembolic events in atrial fibrillation. Although the therapeutic methods are proven to be highly effective, this method has a number of limitations and contraindications in lifelong administration.

Surgical isolation or exclusion of the auricle of the left appendage is an alternative option, but this procedure is only possible as a simultaneous procedure in open cardiac surgery.

Occluder implantation is a promising direction in isolation of the left atrial appendage, but has a high dependence on the anatomical structure of the anatomy of the latter and requires the administration of antiaggregants in the postoperative period.

Due to high traumatic nature of open surgical interventions and technical difficulties of occluder implantation, methods of isolation of the left atrial appendage from the systemic blood flow from minimally invasive accesses have been developed. Video-assisted thoracoscopic ablations are not only a promising way to perform epicardial ablation, but also offer the possibility of performing a one-stage left atrial appendage exclusion.

An unresolved challenge of minimally invasive surgical isolation of the left atrial appendage is its detailed visualisation at the surgical planning stage. Computed tomography with contrast has a high resolution, which together with the ability to build three-dimensional models allows a more accurate selection of the size, type and optimal position of the occluding device for the patient according to his anatomical features.

Thus, the main objective of the presented report was to describe the role of contrast-enhanced computed tomography at the planning stage of thoracoscopic left atrial appendage endostapler amputation to improve the safety and efficacy of the procedure.

**Keywords:** left atrial appendage, left atrial appendage exclusion, atrial fibrillation, multispiral computed tomography with contrast.

## ВВЕДЕНИЕ

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной предсердной тахиаритмиией во всем мире [1, 2]. В течение последующих тридцати лет число больных ФП удвоится, что существенно повысит затраты системы здравоохранения на лечение ФП и ассоциированных с ней осложнений [1, 4].

Риски развития ишемического инсульта при ФП увеличиваются в 5 раз по сравнению с инсультами другой этиологии [5, 6]. Основным источником тромбообразования в 90% считается ушко левого предсердия (УЛП) [7, 8].

Золотым стандартом терапии, направленной на предотвращение тромбоэмбологических событий, являются новые оральные антикоагулянты (НОАК) и Варфарин. Однако около 10% пациентов имеют противопоказания к приему НОАК, а 2% – абсолютные противопоказания [1, 9]. Кроме того, комплаентность пациентов к терапии НОАК остается достаточно низкой – до 50% больных не принимают назначенные препараты [1, 9-11].

Учитывая вышесказанное, важной задачей современной аритмологии, кардиологии и кардиохирургии является поиск альтернативных безопасных методов профилактики развития тромбоэмбологических событий у пациентов с ФП. Альтернативой антикоагулянтной терапии в профилактике тромбоэмбологических событий является исключение УЛП из системного кровотока.

Одними из первых стали хирургические подходы при открытых кардиохирургических вмешательствах, в последующем были разработаны чрескожные методы имплантации окклюдеров [12-14].

В последнее время, в связи с тенденцией к переходу к минимально инвазивным роботизированным и видеоассистированным торакоскопическим вмешательствам в кардиохирургии, стали разрабатываться и применяться новые устройства [15].

Нерешенной задачей хирургической изоляции УЛП является детальная визуализация УЛП на этапе планирования операции. Двухмерная чреспищеводная эхокардиография (ЧП ЭхоКГ) является методом выбора в верификации тромбоза УЛП [16]. Однако методика двухмерной ЧП ЭхоКГ имеет ряд ограничений, связанных прежде всего со сложной структурой УЛП, что приводит к неточности измерений объемов и структур этого отдела сердца. Также немаловажными факторами являются ее инвазивность и трудная переносимость для пациента.

Применение компьютерной томографии (КТ) с контрастированием не только не уступает ЧП ЭхоКГ в исключении тромбоза УЛП, но также может иметь преимущества в предоперационной подготовке. КТ обладает более высокой разрешающей способностью, что в совокупности с возможностью построения 3D-моделей позволяет более точно выбирать размер, тип и оптимальную позицию окклюзирующего устройства для пациента в соответствии с его анатомическими особенностями. Главным же преимуществом КТ исследования является его неинвазивность.

Таким образом, основной задачей представленного сообщения являлось описание роли МСКТ с контрастированием на этапе планирования торакоскопической ампутации УЛП эндостеплером с целью повышения безопасности и эффективности процедуры.

### Мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием

Протокол исследования МСКТ с контрастированием для визуализации сердечно-сосудистой системы зависит от множества факторов: частоты сердечных сокращений, сердечного ритма на момент исследования, индивидуальных особенностей пациента. Фаза сердечного цикла и ритм сердца необходимы для грамотной оценки параметров ЛП и УЛП.

Пациентам с ФП чаще всего требуется ретроспективный анализ электрокардиограммы (ЭКГ) [17]. Выбор оптимальной фазы реконструкции преимущественно зависит от частоты сердечных сокращений [17]. При достижении оптимальной (нормосистолической) частоты сердечных сокращений, сохраняется проблема нерегулярности сердечного ритма при ФП [18]. В связи с этим некоторые авторы, для точного анализа МСКТ с контрастированием при ФП, рекомендуют использовать ЭКГ-синхронизацию с комплексом QRS – от конечной систолы желудочков до средней диастолы, проспективное стробирование с абсолютными задержками и визуализацию одиночных сокращений [17, 19, 20].

Таким образом, несмотря на вариабельность методов анализа, самой главной задачей является визуализация УЛП в момент максимальной диастолы ЛП, когда УЛП имеет максимальный размер, преимущественно это происходит при 35-45% интервале R-R [21].

### Оценка тромбоза ушка левого предсердия

Важное диагностическое значение МСКТ с контрастированием имеет при оценке полостей сердца на наличие тромботических масс, в частности тромбоза УЛП перед его ампутацией или окклюзией. Наличие тромбоза УЛП является противопоказанием для выполнения изоляции УЛП из системного кровотока, так как риски ишемического события возрастают при любых манипуляциях в данной области.

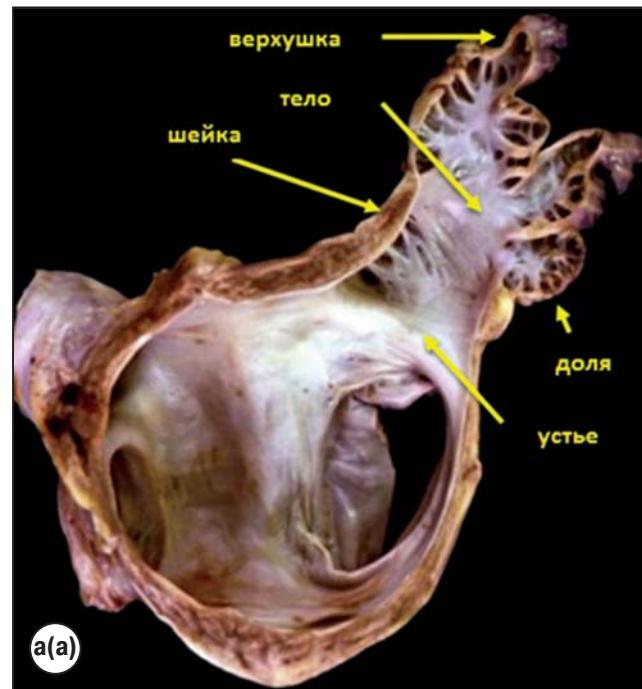
МСКТ с контрастированием до сих пор имеет низкую диагностическую и прогностическую значимость в данной области [22]. Гетерогенное контрастирование полости УЛП неоднородно в раннюю артериальную фазу контрастирования и может привести к ложной гипердиагностике.

В работе J. Hur и соавт. впервые было продемонстрировано применение двухфазной методики визуализации с ранней фазой и последующей отсроченной фазой контрастирования. Через 30 секунд после завершения ранней фазы контрастирования – для дифференциальной диаг-

ностики псевдотромбоза, обусловленного временем контрастирования и/или низкой скоростью потока в УЛП от истинного тромбоза [23]. В случае псевдотромбоза УЛП происходит контрастирование на отсроченных изображениях. При истинном тромбозе на отсроченных изображениях визуализируется дефект заполнения. Точные критерии отсроченного времени контрастирования до сих пор не установлены: протокол может включать отсроченную фазу контрастирования в диапазоне от 40 до 60 секунд от первого сканирования, с целью выявления тромбоза УЛП [22, 23]. Метаанализ 19 исследований по сравнению ценности МСКТ с контрастированием и ЧП ЭхоКГ для выявления тромбоза УЛП показал, что средний показатель чувствительности и специфичности МСКТ с контрастированием составили 96% и 92% соответственно. При отсроченной фазе контрастирования в 30 секунд и более повышался показатель чувствительности и специфичности исследования до 100% и 99% соответственно [24].

#### Протокол исследования

В нашем анализе для оценки анатомии УЛП всем пациентам до и после операции выполнялась КТ с контрастированием. Все исследования выполнены на компьютерном томографе Phillips Ingenuity 64 с использованием стандартного протокола сканирования (120 Kv) с ЭКГ-синхронизацией, с болясным введением контрастного вещества. Полученное изображение ограничивалось 40% интервалом RR. Протокол введения контрастного препарата. Использовалось неионное водорастворимое рентгенконтрастное вещество – йопромид (Ультравист 370, Bayer, Германия).



**Рис. 1.** Основные анатомические структуры ушка левого предсердия, макропрепаратор (a). Интраоперационная двухмерная чреспищеводная эхокардиография (б).

**Fig. 1.** Main anatomical structures of the left atrial appendage, macropreparation (a). Intraoperative two-dimensional transesophageal echocardiography (b).

Внутривенно болясно вводилось 70 мл контрастного препарата, далее 30 мл физиологического раствора со скоростью 4 мл/сек.

Учитывались изображения, полученные в 40% (интервал R-R) фазу сердечного цикла, выполненные на фоне контрастного усиления и через 90 секунд после введения контрастного препарата [12, 25].

#### Анализ результатов компьютерной томографии с контрастированием

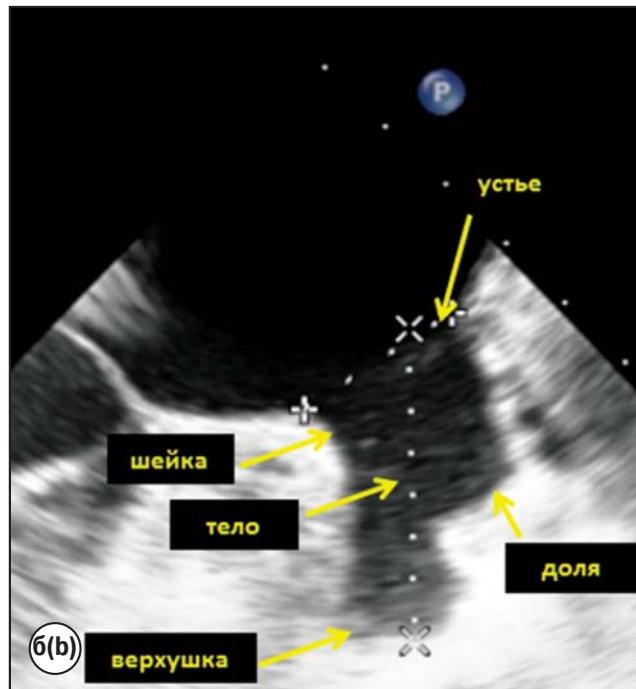
##### Общее представление анатомии УЛП

Ушко левого предсердия расположено ниже легочной артерии (ЛА), выше митрального клапана, кпереди от левых ЛВ, чаще левой верхней ЛВ (ЛВ ЛВ).

Со стороны эндокарда левого предсердия (ЛП) хорошо визуализируется устье УЛП. Устье УЛП образовано в месте слияния гладкой передней, боковой стенок ЛП, которые соединяются в данной области с гребенчатой мышцей УЛП. Левый латеральный гребень – складка в предсердии, отделяющая остиум от основания ЛВ ЛВ, расположена кзади и сверху (**рис. 1**). Вдоль эпикардиальной стороны складки проходит связка Маршала.

Связка Маршала является наружным ориентиром между левой латеральной стороной УЛП и ЛВ ЛВ [26-28].

В работе Bhuta S. и соавт. было продемонстрировано интересное наблюдение [27]. Авторы провели комплексный анализ анатомии основания ушка ЛП согласно данным МРТ исследования, и представили свои результаты в виде схемы-руководства. По данным МСКТ с контрастированием выделяют четыре возможные формы остиума УЛП:



овальную – 68,9%, foot-like – 10%, треугольную – 7,7%, каплевидную – 7,7% и круглую – 5,7% [31].

Тело УЛП обычно проецируется в передне-верхней проекции ЛП, где оно перекрывает левую границу отточного тракта правого желудочка (легочный ствол) [33]. Альтернативные варианты топографического расположения УЛП соответствуют латеральной позиции или задней, реже всего УЛП может располагаться позади arterial pedicle, где оно располагается экстраперикардиально [28, 33].

Миокард УЛП представлен эндо- и эпикардиальными волокнами, расположенными в различной ориентации, образуя сложную переплетающуюся структуру [34]. Толщина стенки УЛП неоднородна, существенно истончена в области основания (устья), в некоторых местах может иметь толщину менее 0,5 мм, что существенно может повысить риски интраоперационного кровотечения в момент ампутации УЛП [28].

При ЧП ЭхоКГ толстые пучки гребенчатых мышц могут быть дифференцированы как тромботические образования или внутрипредсердные новообразования. В связи с чем дополнительное выполнение МСКТ с контрастированием позволяет в некоторых случаях прояснить ситуацию [35].

#### *Морфология ушка левого предсердия*

Перед выполнением ампутации/окклюзии УЛП важным является предварительная оценка его анатомии и струк-

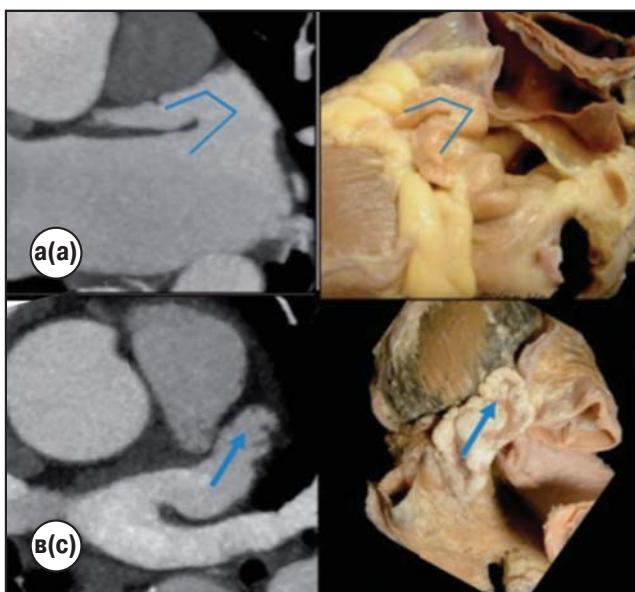
туры с помощью специальных методов лучевой визуализации. Благодаря современным методам лучевой визуализации, определение морфологии УЛП стало возможным *in vivo*.

В связи с полученными данными УЛП начали классифицировать, в зависимости от угла отхождения от ЛП. L. Di Biase и соавт. [32] впервые предложили четыре морфологии УЛП по данным МСКТ с контрастированием: (1) кактус; (2) куриное крыльышко; (3) ветровой носок; (4) цветная капуста (**рис. 2**).

Наиболее часто встречается морфология УЛП – «куриное крыльишко» до 48% в популяции [32]. Для данной морфологии УЛП характерна центральная доля с изгибом в проксимальной или средней части, возможно наличие вторичных долей [32].

Вторая по распространённости форма УЛП по типу кактус (30%). Имеет доминирующую центральную часть с мелкими вторичными долями, отходящими от основной доли в различные направления [32].

Для УЛП по типу ветрового носка (19%) характерно наличие длинной основной доли и может иметь вторичные доли, отходящие от нее [28, 32]. Реже всего встречается форма цветной капусты УЛП (3%). Имеет устье неправильной формы и сложную структуру со стороны эндокарда, с множеством долей, ни одна из которых не является основной [28, 32].



**Рис. 1.** Морфология ушка левого предсердия по данным МСКТ с контрастированием. Фотографии макропрепарата.

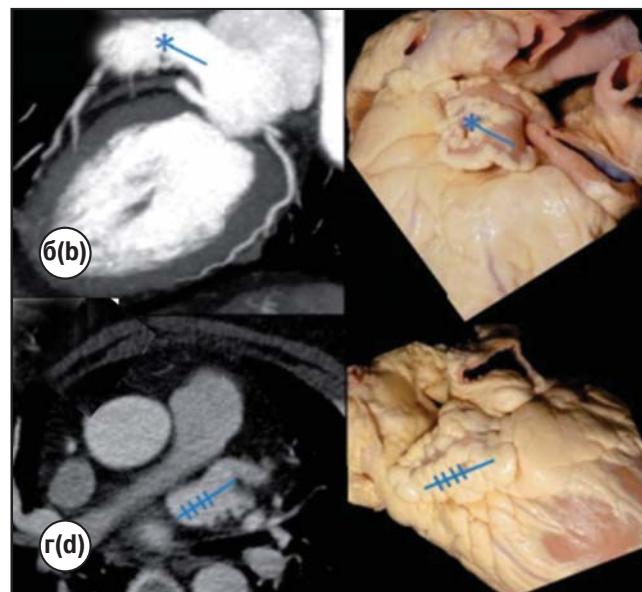
Морфология ушек левого предсердия (адаптировано из Karim N.) [28]:

- a - куриное крыльышко;
- б - ветровой носок;
- в - цветная капуста;
- г - кактус.

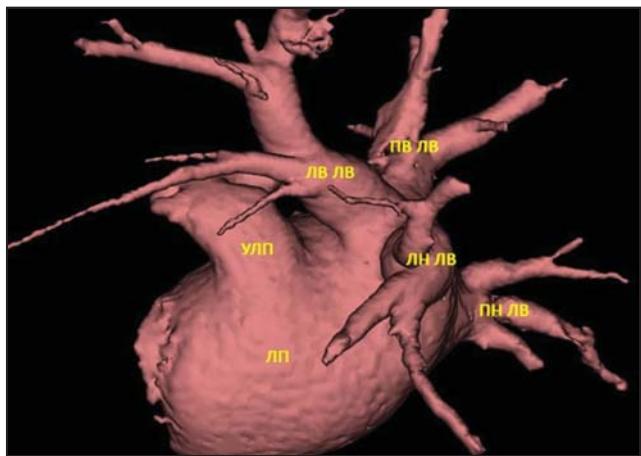
**Fig. 1.** Morphology of the left atrial appendage based on contrast-enhanced MSCT. Photographs of macropreparations.

Morphology of the left atrial appendages (Adapted from Karim N. [28]):

- a - chicken wing;
- b - windsock;
- c - cauliflower;
- d - cactus.



В ряде исследований проводился корреляционный анализ взаимосвязи формы УЛП и рисков развития ишемического инсульта у конкретной категории пациентов. Данные анализы показали противоречивые результаты [36, 37]. В связи с чем требуется проведение последующих



**Рис. 3.** Топография ушка левого предсердия к легочным венам. Трехмерная реконструкция левого предсердия, левая боковая проекция. Примечание: ЛП – левое предсердие; УЛП – ушко левого предсердия; ЛВЛВ – левая верхняя легочная вена; ЛНЛВ – левая нижняя легочная вена; ПВЛВ – правая верхняя легочная вена; ПНЛВ – правая нижняя легочная вена.

**Fig. 3.** Topography of the left atrial appendage to the pulmonary veins. 3D reconstruction of the left atrium, left lateral projection.

Note: LA – left atrium; LAA – left atrial appendage; LSPV – left superior pulmonary vein; LIPV – left inferior pulmonary vein; RSPV – right superior pulmonary vein; RIPV – right inferior pulmonary vein.

более детальных анализов данной проблемы на большей когорте пациентов в рамках рандомизированных многоцентровых исследований.

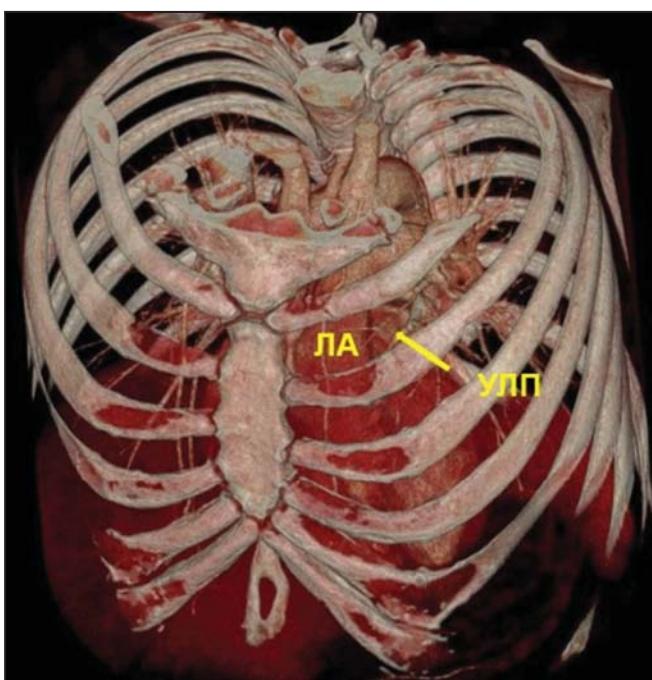
Таким образом, устье УЛП может быть асимметричным, в связи с чем измерения его максимального и минимального диаметров, общей площади, длины являются важными показателями на подготовительном этапе к ампутации УЛП. Мы считаем, что в протоколе обязательно следует описывать: угол отхождения основания УЛП от ЛП, максимальный показатель диаметра основания УЛП, расстояние отхождения первых долей от устья УЛП, степень и расположение трабекул. При выполнении ампутации УЛП эндостеплером при ТА ФП данные факторы имеют важное прогностическое значение успешной и безопасной ампутации УЛП.

#### Топография ушка левого предсердия

##### Легочные вены

Устье УЛП находится в непосредственной близости от левой верхней легочной вены (ЛВЛВ) (рис. 3) [38].

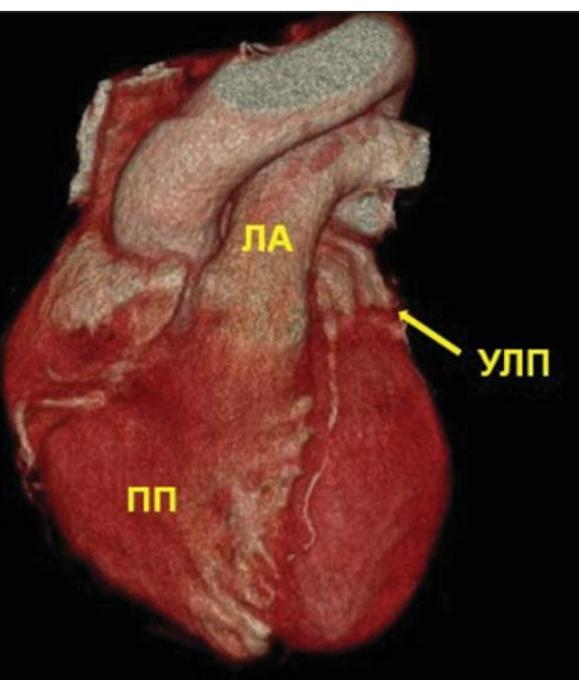
У большинства пациентов, как и в представленном клиническом случае, устье УЛП и устье ЛВЛВ расположены на одном уровне. Однако при длительно-персистирующих формах ФП наблюдается тенденция смещения устья УЛП выше или ниже относительно ЛВЛВ [39]. Левый латеральный гребень (Кумадиновый гребень, Coumadin ridge) отделяет УЛП от ЛВЛВ. Данная анатомическая структура имеет важное значение при выполнении эндокардиальных РЧА устьев легочных вен (УЛВ) [28, 39, 40]. Также, для



**Рис. 4.** Трехмерная реконструкция грудной клетки и сердца, демонстрирующая близкое расположение ствола легочной артерии к устью ушка левого предсердия.

Примечание: ЛА – ствол легочной артерии; ПП – правое предсердие; УЛП – ушко левого предсердия.

**Fig. 4.** Three-dimensional reconstruction of the chest and heart, demonstrating the close proximity of the pulmonary artery trunk to the left atrial appendage.  
Note: PA – pulmonary artery; RA – right atrium; LAA – left atrial appendage.



интервенционного кардиолога и кардиохирурга важна характеристика всех ЛВ и их отхождение от ЛП [40]. Поэтому в протокол МСКТ исследования обязательно необходимо включать: количество ЛВ, расположение, размер и тип впадения в ЛП (типично, единым вестибулем, стволом, добавочная ЛВ).

#### Легочный ствол

Верхушка УЛП может быть расположена ниже ствола ЛА или левой ЛА, что делает невозможным ампутацию или окклюзию УЛП при помощи некоторых устройств (существенным препятствием (усложняет) процесс ампутации УЛП, а использование некоторых устройств для окклюзии УЛП в таких случаях невозможно) (рис.4).

Препятствием для ампутации УЛП при эпикардиальных подходах, в частности, при торакоскопической ампутации УЛП, может являться расширение (дилатация, аневризма) ствола или левой ЛА, которая будет прикрывать УЛП спереди и сбоку, что препятствует ампутации УЛП из торакоскопических доступов или субксифоидальных доступов. В дополнение к этому, прилежание (плотный контакт) между основанием УЛП (его проксимальной частью) и ЛА может повысить риск перфорации артерии в момент установки окклюдера [41].

#### Коронарные артерии и вены

УЛП топографически расположено над левой атравентрикулярной бороздой. Важно отметить, что УЛП перекрывает атравентрикулярную борозду, в которой залегает ОА и большая сердечная вена. Таким образом, УЛП плотно прилегает к (находится в непосредственной близости) от огибающей артерии (ОА) и большой сердечной вене. ОА и большая сердечная вена проходят вдоль атравентрикулярной борозды (рис. 5) [38].

Проксимальный сегмент ОА проходит близ основания

УЛП, в некоторых случаях, соприкасается с ним. Кроме того, верхушка (кончик) УЛП способен лежать на (перекрывать) передней нисходящей артерии (ПНА).

Коронарная артерия синусового узла в 60% случаев может начинаться от правой коронарной артерии (ПКА), в 30% от ОА. В последнем случае, синоартериальная артерия находится в близком контакте с основанием УЛП [38]. Большая сердечная вена и вся система коронарных вен могут быть оценены с помощью МСКТ с контрастированием, в отсроченную фазу контрастирования, в фазу которая обычно используется для оценки тромбоза УЛП.

Знание топографического расположения коронарных сосудов является критически важным моментом перед процедурой эпикардиальной ампутации УЛП.

#### Левый диафрагмальный нерв

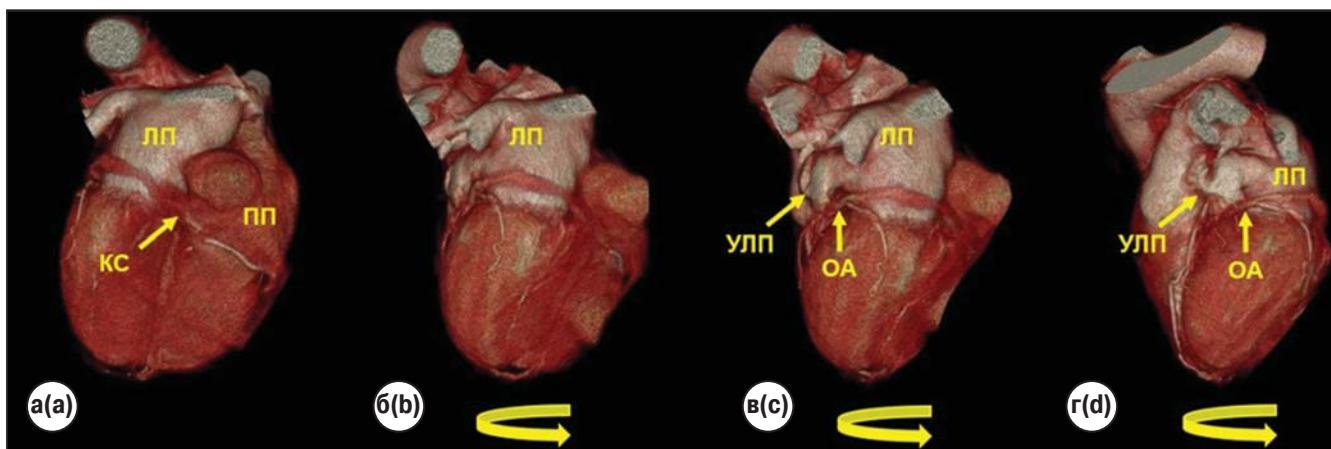
Несмотря на то, что диафрагмальный нерв достаточно трудно дифференцировать при МСКТ исследовании, дифференцировка целого сосудистонервного пучка возможна [42]. Левый диафрагмальный нерв лежит на поверхности перикарда, покрывающего УЛП (рис. 6) [33]. Через межпредсердную борозду проходит пучок Бахмана, соединяющий правое и левое предсердия, продолжаясь на эпикард шейки УЛП [33, 42].

Кадаверное исследование показало, что левый диафрагмальный нерв способен перекрывать верхушку УЛП у 59% пациентов и шейку УЛП у 23% [43].

Понимание (представление) хода левого диафрагмального нерва до процедуры удаления УЛП позволяет минимизировать травматизацию нерва в момент ампутации УЛП.

#### Хирургическая изоляция ушка левого предсердия

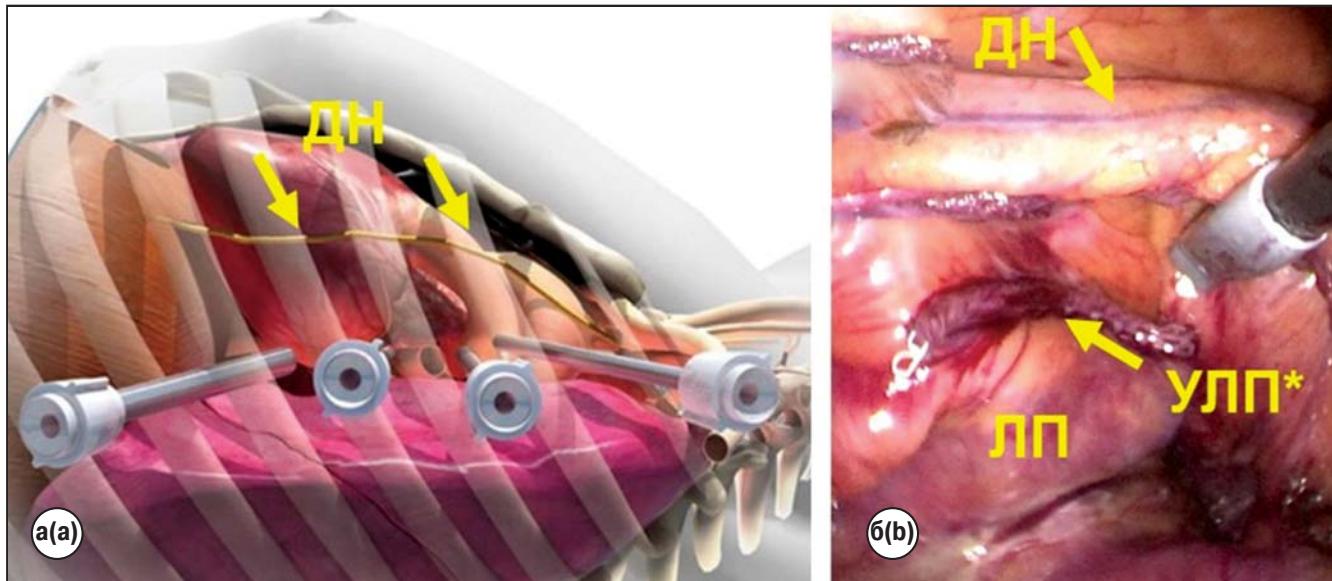
Хирургическая изоляция УЛП впервые была выполнена в 1949 году John Madden у пациента с тромбозом УЛП при операции на митральном клапане [30].



**Рис. 5. Топография ушка левого предсердия к огибающей артерии.** Трехмерная реконструкция сердца. Желтые стрелки указывают на поворот сердца относительно его центральной оси, начиная с проекции РА (задне-передней, А) к АР (передне-задней) проекции.  
**Примечание:** КС – коронарный синус; ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие; УЛП – ушко левого предсердия; ОА – огибающая артерия.

**Fig. 5. Topography of the left atrial appendage to the circumflex artery.** 3D reconstruction of the heart. Yellow arrows indicate the rotation of the heart relative to its central axis, starting from the PA (posteroanterior;) projection to the AP (anteroposterior) projection.

**Note:** CS – coronary sinus; LA – left atrium; RA – right atrium; LAA – left atrial appendage; LA – circumflex artery.



**Рис. 6.** Схематичное изображение расположения левого диафрагмального нерва и торакоскопических портов (а).  
Интраоперационная фотография расположения левого диафрагмального нерва после перикардиотомии и после ампутации ушка левого предсердия (б).

**Примечание:** ДН – диафрагмальный нерв; ЛП – левое предсердие; УЛП\* – остаточная ампулярная часть (\*) ушка левого предсердия.

**Fig. 6.** Schematic representation of the location of the left phrenic nerve and thoracoscopic ports (a).  
Intraoperative photograph of the location of the left phrenic nerve after pericardiotomy and after amputation of the left atrial appendage (b).  
**Note:** DN – phrenic nerve; LA – left atrium; LAA\* – residual ampullary portion (\*) of the left atrial appendage.

В начале 1990-х годов James Cox ввел в широкое клиническое применение для лечения ФП процедуру Cox-Maze III, которая за исключением процедуры хирургической резекции/фрагментации ЛП включала удаление УЛП [87]. На сегодняшний день в хирургической изоляции УЛП выделяют следующие методы: (1) швирование; (2) перевязка; (3) ампутация и (4) клипирование. Показатели успешной изоляции УЛП вариабельны и составляют от 17 до 95% [12, 47, 48]. До сих пор не существует данных рандомизированных исследований, в которых бы было доказано, что хирургическая изоляция/ампутация УЛП снижает риски развития тромбоэмболических инсультов [12]. В связи со стремительным развитием методов минимально инвазивной видеоассистированной абляции из торакоскопических доступов, разрабатываются новые методы безопасного удаления, изоляции УЛП из системного кровотока. К ним относятся устройства лигирования из субксифоидального доступа [44], эндостеплеры с механизированным сшивающе-режущим обеспечением [45] и устройства AtriClip [46].

Важное значение имеет топографическое расположение УЛП в грудной клетке пациента. С целью выбора оптимального межреберья для установки торакоскопического порта.

Важное значение имеет угол отхождения УЛП от левого предсердия, его форма. При анализе положения УЛП в ортогональных плоскостях грудной клетки оцениваем: переднюю (по отношению к грудине) и заднюю (по отношению к позвоночнику), а также левостороннее (под-

мышечная впадина) и медиальную (срединная линия). Переднелатеральное расположение УЛП является более благоприятным, так как в таком случае его ампутация выполнима эндостеплером с минимальными рисками, в отличие от задне- и среднелатерального расположения. Торакоскопические доступы позволяют визуализировать всё УЛП, эндостеплер может быть подведен к основанию ушка ЛП через боковой порт в IV, V или VI межреберья по среднеподмышечной линии, обеспечивая оптимальную визуализацию УЛП после перикардиотомии.

#### Техника ампутации ушка левого предсердия

Ампутация ушка ЛП с помощью эндостеплера EndoGIA (Medtronic, Minneapolis, Minnesota, США) обычно является завершающим этапом процедуры торакоскопической абляции ФП.

Торакоскопический доступ для эндостеплера обеспечивается в V-VI межреберье по среднеподмышечной линии слева. При помощи тупфера обеспечивается оптимальное положение ушка ЛП между браншами зажима эндостеплера. При отсутствии полного захвата ушка ЛП у основания, следует выполнить повторное перепозиционирование. Под постоянным визуальным контролем, для исключения захвата близлежащих тканей, производили смыкания бранш эндостеплера. Одномоментно, тупфером производили отведение паренхимы левого легкого. Производили пробное смыкание бранш эндостеплера, при удовлетворительном (полном) захвате основания ушка ЛП выполняли автоматическое прошивание и резекцию ушка ЛП.

УЛП имеет толстый, прочный миокард на верхушке, но очень тонкий и ломкий в базальной части. В связи с этим, мы не рекомендуем пережимать и подтягивать УЛП при использовании эндостеплера. Очень важно обратить внимание на эту анатомическую особенность для последующего повышения безопасности и эффективности процедуры [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи со стремительным развитием видеоассистированных торакоскопических методов эпикардиальной ампутации/изоляции УЛП, значимость диагностических методов визуализации перед операцией для хирургов существенно возросла. Так как минимально инвазивная хирургия предполагает ряд ограничений, обусловленных сложностью доступа, стремлением к меньшей травматичности в ущерб достойной визуализации операционного поля. В связи с чем, заблаговременное определение оптимального доступа очень важно для оперирующего хирурга. ЧП ЭхоКГ, однозначно, является золотым стандартом в визуализации УЛП, как при выполнении чрескожной имплантации окклюдера, так и при хирургических методах ампутации и изоляции УЛП. ЧП ЭхоКГ позволяет оценить размер УЛП, его устье, форму, выполняет ведущую роль в оценке тромботических масс в полости УЛП. Но ЧП ЭхоКГ не дает возможности полной оценки топографии УЛП по отношению к другим структурам сердца и органам грудной клетки. МСКТ с контрастированием позволяет выполнить трехмерную реконструкцию, что обеспечивает детальную

характеристику УЛП и является необходимым и полезным дополнением для принятия решения хирургом до операции о выборе наиболее оптимальной тактики изоляции УЛП из системного кровотока. Специалист лучевой диагностики является частью кардиохирургической команды в обеспечении максимально эффективной, безопасной ампутации УЛП.

Комплексная работа, в единой команде, с включением нескольких специалистов, способна повысить качество устройства и адаптировать их широкое клиническое применение индивидуально, в отношении каждого из пациентов.

Ряд современных устройств для изоляции УЛП имеют ряд ограничений, связанных с индивидуальными особенностями УЛП и подчеркивают необходимость создания новых устройств, соответствующих различной морфологии и размерам УЛП. В будущем МСКТ с контрастированием способна позволить создавать предоперационные модели УЛП на трехмерном принтере, адаптируя устройства для его изоляции к анатомическим особенностям пациента.

В связи со стремительным развитием возможностей и улучшения качества методов визуализации будущие цели по их применению способны включать: печать индивидуальных устройств окклюзии УЛП на основании данных, полученных с помощью МСКТ с контрастированием и трехмерной ЧП ЭхоКГ.

Последующий прогресс в данной области будет зависеть от сотрудничества инженеров, специалистов лучевой диагностики, аритмологов и кардиохирургов. ■

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аракелян М.Г., Бокерия Л.А., Васильева Е.Ю., и др. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2021; 26(7): 45-94. DOI: [10.15829/1560-4071-2021-4594](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4594)
2. Колбин А.С., Мосикян А.А., Татарский Б.А. Социально-экономическое бремя фибрилляции предсердий в России: динамика за 7 лет (2010–2017 гг.). Вестник аритмологии. 2018; 92: 42–48.
3. Krijthe B.P., Kunst A., Benjamin E.J., et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060. Eur Heart J. 2013; 34(35): 2746-2751. DOI: [10.1093/eurheartj/eht280](https://doi.org/10.1093/eurheartj/eht280)
4. Филатов А.Г., Тарашвили Э.Г. Эпидемиология и социальная значимость фибрилляции предсердий. Анналы аритмологии. 2012; 2: 5-13
5. Piccini J.P., Hammill B.G., Sinner M.F., et al. Clinical course of atrial fibrillation in older adults: the importance of cardiovascular events beyond stroke. Eur Heart J. 2014; 35(4): 250-256. DOI: [10.1093/eurheartj/eht483](https://doi.org/10.1093/eurheartj/eht483)
6. Wolf P.A., Abbott R.D., Kannel W.B. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. Stroke. 1991; 22(8): 983-988. DOI: [10.1161/01.str.22.8.983](https://doi.org/10.1161/01.str.22.8.983)
7. Safavi-Naeini P., Rasekh A. Thromboembolism in Atrial Fibrillation: Role of the Left Atrial Appendage. Card Electrophysiol Clin. 2020; 12(1): 13-20. DOI: [10.1016/j.ccep.2019.11.003](https://doi.org/10.1016/j.ccep.2019.11.003)
8. Abbara S., Blanke P., Maroules C.D., et al. SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: a report of the society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee: Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). J Cardiovasc Comput Tomogr. 2016; 10: 435–449. DOI: [10.1016/j.jcct.2016.10.002](https://doi.org/10.1016/j.jcct.2016.10.002)
9. Deitelzweig S., Bergrath E., di Fusco M., et al. Real-world evidence comparing oral anticoagulants in non-valvular atrial fibrillation: a systematic review and network meta-analysis. Future Cardiol. 2022; 18(5): 393-405. DOI: [10.2217/fca-2021-0120](https://doi.org/10.2217/fca-2021-0120)
10. Słodowska K., Szczepanek E., Dudkiewicz D., et al. Morphology of the Left Atrial Appendage: Introduction of a New Simplified Shape-Based Classification System. Heart Lung Circ. 2021; 30(7): 1014-1022. DOI: [10.1016/j.hlc.2020.12.006](https://doi.org/10.1016/j.hlc.2020.12.006)
11. Kawabata M., Goya M., Maeda S., et al. A Survey of Direct Oral Anticoagulant Cessation in General Surgery and Outcomes in Patients with Nonvalvular Atrial Fibrillation. Int Heart J. 2020; 61(5): 905-912. DOI: [10.1536/ihj.19-625](https://doi.org/10.1536/ihj.19-625)

12. Ревишвили А.Ш., Кадырова М., Стребкова Е.Д., и др. Ампутация ушка левого предсердия с использованием эндостеплера при торакоскопической аблации фибрилляции предсердий. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023; 12(1): 58-71. [DOI:10.17802/2306-1278-2023-12-1-58-71](https://doi.org/10.17802/2306-1278-2023-12-1-58-71)
13. Healey J.S., Crystal E., Lamy A., et al. Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS): results of a randomized controlled pilot study of left atrial appendage occlusion during coronary bypass surgery in patients at risk for stroke. Am Heart J. 2005; 150(2): 288-93. [DOI: 10.1016/j.ahj.2004.09.054](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2004.09.054)
14. Whitlock R., Healey J., Vincent J., et al. Rationale and design of the Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS) III. Ann Cardiothorac Surg. 2014; 3(1): 45-54. [DOI: 10.3978/j.issn.2225-319x.2013.12.06](https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319x.2013.12.06)
15. Osmancik P., Budera P., Zdarska J., et al. Residual echocardiographic and computed tomography findings after thoracoscopic occlusion of the left atrial appendage using the AtriClip PRO device. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2018; 26(6): 919-925. [DOI:10.1093/icvts/ivx427](https://doi.org/10.1093/icvts/ivx427)
16. Santana J.M., Rosell F.M., Dave B. Intraoperative echocardiographic contrast opacifies the left atrial appendage and assists in surgical exclusion. Ann Card Anaesth. 2022; 25(1): 77-80. [DOI: 10.4103/aca.ACA\\_192\\_20](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_192_20)
17. Oda S., Honda K., Yoshimura A., et al. 256-Slice coronary computed tomographic angiography in patients with atrial fibrillation: optimal reconstruction phase and image quality. Eur Radiol. 2016; 26: 55-63. [DOI:10.1007/s00330-015-3822-0](https://doi.org/10.1007/s00330-015-3822-0)
18. Shinbane J.S. Cardiovascular computed tomographic angiography in patients with atrial fibrillation: challenges of anatomy, physiology, and electrophysiology. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2008; 2: 181-182. [DOI: 10.1016/j.jcct.2008.04.001](https://doi.org/10.1016/j.jcct.2008.04.001)
19. Kondo T., Kumamaru K.K., Fujimoto S., et al. Prospective ECG-gated coronary 320-MDCT angiography with absolute acquisition delay strategy for patients with persistent atrial fibrillation. AJR Am J Roentgenol. 2013; 201: 1197-1203. [DOI: 10.2214/ajr.12.10140](https://doi.org/10.2214/ajr.12.10140)
20. Wen B., Xu L., Liang J., et al. A preliminary study of computed tomography coronary angiography within a single cardiac cycle in patients with atrial fibrillation using 256-row detector computed tomography. J Comput Assist Tomogr. 2018; 42: 277-281. [DOI:10.1097/rct.0000000000000683](https://doi.org/10.1097/rct.0000000000000683)
21. Xu B., Betancor J., Sato K., et al. Computed tomography measurement of the left atrial appendage for optimal sizing of the Watchman device. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2018; 12: 50-55. [DOI:10.1016/j.jcct.2017.11.012](https://doi.org/10.1016/j.jcct.2017.11.012)
22. Henry T.S., Hammer M.M., Little B.P., et al. Smoke: how to differentiate flow-related artifacts from pathology on thoracic computed tomographic angiography. J Thorac Imaging. 2019; 34: W109-w120. [DOI:10.1097/rti.0000000000000429](https://doi.org/10.1097/rti.0000000000000429)
23. Bilchick K.C., Mealor A., Gonzalez J., et al. Effectiveness of integrating delayed computed tomography angiography imaging for left atrial appendage thrombus exclusion into the care of patients undergoing ablation of atrial fibrillation. Heart Rhythm. 2016; 13: 12-19. [DOI:10.1016/j.hrthm.2015.09.002](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.09.002)
24. Romero J., Husain S.A., Kelesidis I., et al. Detection of left atrial appendage thrombus by cardiac computed tomography in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. Circ Cardiovasc Imaging. 2013; 6: 185-194. [DOI: 10.1161/circimaging.112.000153](https://doi.org/10.1161/circimaging.112.000153)
25. Ревишвили А.Ш., Стребкова Е.Д., Артюхина Е.А., Малышенко Е.С., Новиков М.А., Кадырова М. Эффективность торакоскопического лечения непароксизимальных форм фибрилляции предсердий. Вестник аритмологии. [DOI:10.35336/VA-1160](https://doi.org/10.35336/VA-1160)
26. Ohtsuka T., Nonaka T., Hisagi M., et al. Thoracoscopic stapler-and-loop technique for left atrial appendage closure in nonvalvular atrial fibrillation: mid-term outcomes in 201 patients. Heart Rhythm. 2018; 15: 1314-1320. [DOI: 10.1016/j.hrthm.2018.05.026](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.05.026)
27. Bhuta S., Cao C., Pieper J.A., et al. Cardiac magnetic resonance imaging for left atrial appendage closure planning. Pacif Clin Electrophysiol. 2023; 46(7): 745-751. [DOI: 10.1111/pace.14713](https://doi.org/10.1111/pace.14713)
28. Karim N., Ho S.Y., Nicol E., et al. The left atrial appendage in humans: structure, physiology, and pathogenesis. Europace. 2020; 22(1): 5-18. [DOI:10.1093/europace/euz212](https://doi.org/10.1093/europace/euz212)
29. Di Biase L. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study. J Am Coll Cardiol. 2012; 60(6): 531-538. [DOI:10.1016/j.jacc.2012.04.032](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.04.032)
30. Madden J.L. Resection of the left auricular appendix; a prophylaxis for recurrent arterial emboli. J Am Med Assoc. 1949; 140: 769-772.
31. Wang Y., Di Biase L., Horton R.P., Nguyen T., Morhanty P., Natale A. Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement. J Cardiovasc Electrophysiol. 2010; 21: 973-82. [DOI: 10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x)
32. Di Biase L., Santangeli P., Anselmino M., et al. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multi-center study. J Am Coll Cardiol. 2012; 60: 531-538. [DOI:10.1016/j.jacc.2012.04.032](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.04.032)
33. Ho S.Y., Cabrera J.A., Sanchez-Quintana D. Left atrial anatomy revisited. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2012; 5: 220-8. [DOI: 10.1161/circep.111.962720](https://doi.org/10.1161/circep.111.962720)
34. Cabrera J.A., Saremi F., Sanchez-Quintana D. Left atrial appendage: anatomy and imaging landmarks pertinent to percutaneous transcatheter occlusion. Heart. 2014; 100: 1636-50. [DOI: 10.1136/heartjnl-2013-304464](https://doi.org/10.1136/heartjnl-2013-304464)
35. Beigel R., Wunderlich N.C., Ho S.Y., Arsanjani R., Siegel R.J. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation. JACC Cardiovasc Imaging. 2014; 7: 1251-65. [DOI:10.1016/j.jcmg.2014.08.009](https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2014.08.009)
36. Vira T., Pechlivanoglou P., Connelly K., et al. Cardiac computed tomography and magnetic resonance imaging vs. transoesophageal echocardiography for diagnosing left atrial appendage thrombi. Europace. 2019; 21: e1-e10. [DOI:10.1093/europace/euy142](https://doi.org/10.1093/europace/euy142)
37. Lupercio F., Carlos Ruiz J., Briceno D.F., et al. Left atrial appendage morphology assessment for risk stratification of

- embolic stroke in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Heart Rhythm.* 2016; 13: 1402–1409. [DOI:10.1016/j.hrthm.2016.03.042](#)
38. Lindner S., Behnes M., Wenke A., et al Relation of left atrial appendage closure devices to topographic neighboring structures using standardized imaging by cardiac computed tomography angiography. *Clin Cardiol.* 2019; 42: 264–269. [DOI:10.1002/clc.23136](#)
39. Wongcharoen W., Tsao H.M., Wu M.H., et al Morphologic characteristics of the left atrial appendage, roof, and septum: implications for the ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2006; 17: 951–956. [DOI: 10.1111/j.1540-8167.2006.00549.x](#)
40. Liu F.Z., Lin W.D., Liao H.T., et al Mid-term outcomes of concomitant left atrial appendage closure and catheter ablation for non-valvular atrial fibrillation: a multicenter registry. *Heart Vessels.* 2019; 34: 860–867. [DOI: 10.1007/s00380-018-1312-4](#)
41. Halkin A., Cohen C., Rosso R., et al Left atrial appendage and pulmonary artery anatomic relationship by cardiac-gated computed tomography: implications for late pulmonary artery perforation by left atrial appendage closure devices. *Heart Rhythm.* 2016; 13: 2064–2069. [DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.07.015](#)
42. Wang Y.J., Liu L., Zhang M.C., et al Imaging of pericardio-phrenic bundles using multislice spiral computed tomography for phrenic nerve anatomy. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2016; 27: 961–971. [DOI: 10.1111/jce.13003](#)
43. Sanchez-Quintana D., Ho S.Y., Climent V., et al Anatomic evaluation of the left phrenic nerve relevant to epicardial and endocardial catheter ablation: implications for phrenic nerve injury. *Heart Rhythm.* 2009; 6: 764–768. [DOI: 10.1016/j.hrthm.2009.02.029](#)
44. Beaver T.M., Hedna V.S., Khanna A.Y., et al Thoracoscopic ablation with appendage ligation versus medical therapy for stroke prevention: a proof-of-concept randomized trial. *Innovations (Phila).* 2016; 11: 99–105. [DOI: 10.1097/im.0000000000000226](#)
45. Ohtsuka T., Ninomiya M., Nonaka T., et al Thoracoscopic stand-alone left atrial appendectomy for thromboembolism prevention in nonvalvular atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2013; 62: 103–107. [DOI: 10.1016/j.jacc.2013.01.017](#)
46. Caliskan E., Sahin A., Yilmaz M., et al Epicardial left atrial appendage AtriClip occlusion reduces the incidence of stroke in patients with atrial fibrillation undergoing cardiac surgery. *Europace.* 2018; 20: e105–e114. [DOI: 10.1093/europace/eux211](#)
47. Ailawadi G., Gerdisch M.W., Harvey R.L., Hooker R.L., Damiano R.J., Salamon T., et al Exclusion of the left atrial appendage with a novel device: early results of a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 142: 1002–9. [DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.07.052](#)
48. Dawson A.G., Asopa S., Dunning J. Should patients undergoing cardiac surgery with atrial fibrillation have left atrial appendage exclusion? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010; 10: 306–11. [DOI:10.1510/icvts.2009.227991](#)

## REFERENCES

1. Arakelyan MG, Bockeria LA, Vasilieva EYu, et al. 2020 Clinical guidelines for Atrial fibrillation and atrial flutter. *Russian Journal of Cardiology.* 2021; 26(7): 4594. [DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4594](#) [In Russ].
2. Kolbin AS, Mosikyan AA, Tatarsky BA. Socioeconomic burden of atrial fibrillations in russia: seven-year trends (2010–2017). *Journal of Arrhythmology.* 2018; (92): 42–48. [In Russ].
3. Krijthe BP, Kunst A, Benjamin EJ, et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060. *Eur Heart J.* 2013; 34(35): 2746–2751. [DOI: 10.1093/eurheartj/eht280](#)
4. Filatov AG, Tarashvili EG. Epidemiology and social significance of atrial fibrillation. *Annals of arrhythmology.* 2012; 2: 5–13. [In Russ].
5. Piccini JP, Hammill BG, Sinner MF, et al. Clinical course of atrial fibrillation in older adults: the importance of cardiovascular events beyond stroke. *Eur Heart J.* 2014; 35(4): 250–256. [DOI: 10.1093/eurheartj/eht483](#)
6. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke.* 1991; 22(8): 983–988. [DOI: 10.1161/01.str.22.8.983](#)
7. Safavi-Naeini P, Rasekh A. Thromboembolism in Atrial Fibrillation: Role of the Left Atrial Appendage. *Card Electrophysiol Clin.* 2020; 12(1): 13–20. [DOI:10.1016/j.ccep.2019.11.003](#)
8. Abbara S, Blanke P, Maroules CD, et al SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: a report of the society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee: Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2016; 10: 435–449. [DOI:10.1016/j.jctc.2016.10.002](#)
9. Deitelzweig S, Bergrath E, di Fusco M, et al. Real-world evidence comparing oral anticoagulants in non-valvular atrial fibrillation: a systematic review and network meta-analysis. *Future Cardiol.* 2022; 18(5): 393–405. [DOI:10.2217/fca-2021-0120](#)
10. Słodowska K, Szczepanek E, Dudkiewicz D, et al. Morphology of the Left Atrial Appendage: Introduction of a New Simplified Shape-Based Classification System. *Heart Lung Circ.* 2021; 30(7): 1014–1022. [DOI:10.1016/j.hlc.2020.12.006](#)
11. Kawabata M, Goya M, Maeda S, et al. A Survey of Direct Oral Anticoagulant Cessation in General Surgery and Outcomes in Patients with Nonvalvular Atrial Fibrillation. *Int Heart J.* 2020; 61(5): 905–912. [DOI:10.1536/ihj.19-625](#)
12. Revishvili AS, Kadirova M, Strebkova ED, et al. Left atrial appendage exclusion using a stapler with thoracoscopic ablation of atrial fibrillation. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2023; 12(1): 58–71. [DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-1-58-71](#) [In Russ].

13. Healey JS, Crystal E, Lamy A, et al. Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS): results of a randomized controlled pilot study of left atrial appendage occlusion during coronary bypass surgery in patients at risk for stroke. *Am Heart J.* 2005; 150(2): 288-93. DOI: [10.1016/j.ahj.2004.09.054](https://doi.org/10.1016/j.ahj.2004.09.054)
14. Whitlock R, Healey J, Vincent J, et al. Rationale and design of the Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS) III. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014; 3(1): 45-54. DOI: [10.3978/j.issn.2225-319x.2013.12.06](https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319x.2013.12.06)
15. Osmancik P, Budera P, Zdarska J, et al. Residual echocardiographic and computed tomography findings after thoracoscopic occlusion of the left atrial appendage using the AtriClip PRO device. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2018; 26(6): 919-925. DOI: [10.1093/icvts/ivx427](https://doi.org/10.1093/icvts/ivx427)
16. Santana JM, Rosell FM, Dave B. Intraoperative echocardiographic contrast opacifies the left atrial appendage and assists in surgical exclusion. *Ann Card Anaesth.* 2022; 25(1): 77-80. DOI: [10.4103/aca.aca\\_192\\_20](https://doi.org/10.4103/aca.aca_192_20)
17. Oda S, Honda K, Yoshimura A, et al. 256-Slice coronary computed tomographic angiography in patients with atrial fibrillation: optimal reconstruction phase and image quality. *Eur Radiol.* 2016; 26: 55-63. DOI: [10.1007/s00330-015-3822-0](https://doi.org/10.1007/s00330-015-3822-0)
18. Shinbane JS. Cardiovascular computed tomographic angiography in patients with atrial fibrillation: challenges of anatomy, physiology, and electrophysiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2008; 2: 181-182. DOI: [10.1016/j.jcct.2008.04.001](https://doi.org/10.1016/j.jcct.2008.04.001)
19. Kondo T, Kumamaru KK, Fujimoto S, et al. Prospective ECG-gated coronary 320-MDCT angiography with absolute acquisition delay strategy for patients with persistent atrial fibrillation. *AJR Am J Roentgenol.* 2013; 201: 1197-1203. DOI: [10.2214/ajr.12.10140](https://doi.org/10.2214/ajr.12.10140)
20. Wen B, Xu L, Liang J, et al. A preliminary study of computed tomography coronary angiography within a single cardiac cycle in patients with atrial fibrillation using 256-row detector computed tomography. *J Comput Assist Tomogr.* 2018; 42: 277-281. DOI: [10.1097/rct.0000000000000683](https://doi.org/10.1097/rct.0000000000000683)
21. Xu B, Betancor J, Sato K, et al. Computed tomography measurement of the left atrial appendage for optimal sizing of the Watchman device. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2018; 12: 50-55. DOI: [10.1016/j.jcct.2017.11.012](https://doi.org/10.1016/j.jcct.2017.11.012)
22. Henry TS, Hammer MM, Little BP, et al. Smoke: how to differentiate flow-related artifacts from pathology on thoracic computed tomographic angiography. *J Thorac Imaging.* 2019; 34: W109-w120. DOI: [10.1097/rti.0000000000000429](https://doi.org/10.1097/rti.0000000000000429)
23. Bilchick KC, Mealer A, Gonzalez J, et al. Effectiveness of integrating delayed computed tomography angiography imaging for left atrial appendage thrombus exclusion into the care of patients undergoing ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2016; 13: 12-19. DOI: [10.1016/j.hrthm.2015.09.002](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.09.002)
24. Romero J, Husain SA, Kelesidis I, et al. Detection of left atrial appendage thrombus by cardiac computed tomography in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013; 6: 185-194. DOI: [10.1161/circimaging.112.000153](https://doi.org/10.1161/circimaging.112.000153)
25. Revishvili A.Sh., Strebkova ED, Artyukhina EA, et al. The effectiveness of thoracoscopic treatment of non-paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2023; 30(3): 23-31. DOI: [10.35336/VA-1160](https://doi.org/10.35336/VA-1160) [In Russ].
26. Ohtsuka T, Nonaka T, Hisagi M, et al. Thoracoscopic stapler-and-loop technique for left atrial appendage closure in nonvalvular atrial fibrillation: mid-term outcomes in 201 patients. *Heart Rhythm.* 2018; 15: 1314-1320. DOI: [10.1016/j.hrthm.2018.05.026](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.05.026)
27. Bhuta S, Cao C, Pieper JA, et al. Cardiac magnetic resonance imaging for left atrial appendage closure planning. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2023; 46(7): 745-751. DOI: [10.1111/pace.14713](https://doi.org/10.1111/pace.14713)
28. Karim N, Ho SY, Nicol E, et al. The left atrial appendage in humans: structure, physiology, and pathogenesis. *Europace.* 2020; 22(1): 5-18. DOI: [10.1093/europace/euz212](https://doi.org/10.1093/europace/euz212)
29. Di Biase L. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study. *J Am Coll Cardiol.* 2012; 60(6): 531-538. DOI: [10.1016/j.jacc.2012.04.032](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.04.032)
30. Madden JL. Resection of the left auricular appendix; a prophylaxis for recurrent arterial emboli. *J Am Med Assoc.* 1949; 140: 769-772.
31. Wang Y, Di Biase L, Horton RP, et al. Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2010; 21: 973-82. DOI: [10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2010.01814.x)
32. Di Biase L, Santangeli P, Anselmino M, et al. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study. *J Am Coll Cardiol.* 2012; 60: 531-538. DOI: [10.1016/j.jacc.2012.04.032](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.04.032)
33. Ho SY, Cabrera JA, Sanchez-Quintana D. Left atrial anatomy revisited. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012; 5: 220-8. DOI: [10.1161/circep.111.962720](https://doi.org/10.1161/circep.111.962720)
34. Cabrera JA, Saremi F, Sanchez-Quintana D. Left atrial appendage: anatomy and imaging landmarks pertinent to percutaneous transcatheter occlusion. *Heart.* 2014; 100: 1636-50. DOI: [10.1136/heartjnl-2013-304464](https://doi.org/10.1136/heartjnl-2013-304464)
35. Beigel R, Wunderlich NC, Ho SY, et al. The left atrial appendage: anatomy, function, and noninvasive evaluation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014; 7: 1251-65. DOI: [10.1016/j.jcmg.2014.08.009](https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2014.08.009)
36. Vira T, Pechlivanoglou P, Connelly K, et al. Cardiac computed tomography and magnetic resonance imaging vs. transesophageal echocardiography for diagnosing left atrial appendage thrombi. *Europace.* 2019; 21: e1-e10. DOI: [10.1093/europace/euy142](https://doi.org/10.1093/europace/euy142)
37. Luperio F, Carlos Ruiz J, Briceno DF, et al. Left atrial appendage morphology assessment for risk stratification of embolic stroke in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Heart Rhythm.* 2016; 13: 1402-1409. DOI: [10.1016/j.hrthm.2016.03.042](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.03.042)
38. Lindner S, Behnes M, Wenke A, et al. Relation of left atrial appendage closure devices to topographic neighboring structures using standardized imaging by cardiac computed tomography angiography. *Clin Cardiol.* 2019; 42: 264-269. DOI: [10.1002/clc.23136](https://doi.org/10.1002/clc.23136)
39. Wongcharoen W, Tsao HM, Wu MH, et al. Morphologic

characteristics of the left atrial appendage, roof, and septum: implications for the ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17: 951–956. DOI: [10.1111/j.1540-8167.2006.00549.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2006.00549.x)

40. Liu FZ, Lin WD, Liao HT, et al. Mid-term outcomes of concomitant left atrial appendage closure and catheter ablation for non-valvular atrial fibrillation: a multicenter registry. *Heart Vessels*. 2019; 34: 860–867. DOI: [10.1007/s00380-018-1312-4](https://doi.org/10.1007/s00380-018-1312-4)

41. Halkin A, Cohen C, Rosso R, et al. Left atrial appendage and pulmonary artery anatomic relationship by cardiac-gated computed tomography: implications for late pulmonary artery perforation by left atrial appendage closure devices. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 2064–2069. DOI: [10.1016/j.hrthm.2016.07.015](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.07.015)

42. Wang YJ, Liu L, Zhang MC, et al. Imaging of pericardio-phrenic bundles using multislice spiral computed tomography for phrenic nerve anatomy. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2016; 27: 961–971. DOI: [10.1111/jce.13003](https://doi.org/10.1111/jce.13003)

43. Sanchez-Quintana D, Ho SY, Climent V, et al. Anatomic evaluation of the left phrenic nerve relevant to epicardial and endocardial catheter ablation: implications for phrenic nerve injury. *Heart Rhythm*. 2009; 6: 764–768. DOI: [10.1016/j.hrthm.2009.02.029](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2009.02.029)

44. Beaver TM, Hedna VS, Khanna AY, et al. Thoracoscopic ablation with appendage ligation versus medical therapy for stroke prevention: a proof-of-concept randomized trial. *Innovations (Phila)*. 2016; 11: 99–105. DOI: [10.1097/im.0000000000000226](https://doi.org/10.1097/im.0000000000000226)

45. Ohtsuka T, Ninomiya M, Nonaka T, et al. Thoracoscopic stand-alone left atrial appendectomy for thromboembolism prevention in nonvalvular atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 62: 103–107. DOI: [10.1016/j.jacc.2013.01.017](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.01.017)

46. Caliskan E, Sahin A, Yilmaz M, et al. Epicardial left atrial appendage AtriClip occlusion reduces the incidence of stroke in patients with atrial fibrillation undergoing cardiac surgery. *Europace*. 2018; 20: e105–e114. DOI: [10.1093/europace/eux211](https://doi.org/10.1093/europace/eux211)

47. Ailawadi G, Gerdisch MW, Harvey RL, et al. Exclusion of the left atrial appendage with a novel device: early results of a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011; 142: 1002–9. DOI: [10.1016/j.jtcvs.2011.07.052](https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.07.052)

48. Dawson AG, Asopa S, Dunning J. Should patients undergoing cardiac surgery with atrial fibrillation have left atrial appendage exclusion? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010; 10: 306–11. DOI: [10.1510/icvts.2009.227991](https://doi.org/10.1510/icvts.2009.227991)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Кадырова Мадина** - [ORCID: 0000-0001-8231-6866] к.м.н., заведующая отделением ультразвуковой диагностики, заместитель директора ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России

115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Стрекбкова 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. Вишневского» Минздрава России.

115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Ялова Евгения Владиславовна** - [ORCID 0000-0002-9409-5164] младший научный сотрудник

отделения ультразвуковой диагностики

ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России

115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

**Ревишвили Амирлан Шотаевич** - [ORCID: 0000-0003-1791-9163] академик РАН, д.м.н., профессор,

генеральный директор ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» 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

**Madina Kadyrova** - [ORCID: 0000-0001-8231-6866] MD, PhD, head of the Ultrasound diagnostics 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

**Elizaveta D. Strebkova** - [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 Str., Moscow, Russian Federation, 117997

**Evgeniya V. Yalova** - [ORCID 0000-0002-9409-5164] MD, Junior Researcher of the Ultrasound diagnostics 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

**Amiran Sh. Revishvili** - [ORCID: 0000-0003-1791-9163], academician of the Russian Academy of Sciences, MD, PhD, General Director at 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.

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

## ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ДУГИ АОРТЫ ИЗ МИНИ J-СТЕРНОТОМИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Р.Н. Комаров, \*М.И. Ткачёв, Е.М. Марухина, Н.Е. Казбан, А.О. Шумахова, А.М. Каракотова

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова»  
Минздрава России (Сеченовский Университет)

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Ткачёв Максим Игоревич (Maksim I. Tkachev), e-mail: tkachev.cardiovascular@gmail.com

### АННОТАЦИЯ

**Введение:** долгое время в кардиохирургических операциях золотым стандартом была продольная срединная стернотомия, обеспечивающая широкий обзор рабочего поля. Вследствие развития методов минимально инвазивной хирургии и представления убедительных данных о её эффективности в отдалённом периоде, отмечается тенденция к расширению показаний к применению данной хирургической техники. При сложной процедуре, такой как протезирование дуги аорты, особенно полезной альтернативой стандартному доступу является мини J-стernотомия. Этот разрез обеспечивает стабильную грудную стенку после операции с уменьшением дискомфорта и боли пациента, а также хороший косметический результат.

**Цель исследования:** описать техническую реализуемость и этапы выполнения протезирования дуги аорты из мини J-стernотомии на примере клинического случая.

**Материалы и методы:** в клинике сердечно-сосудистой хирургии в Первом МГМУ им. И.М. Сеченова (г. Москва) был опробован новый доступ при лечении пациента с поражением дуги аорты через мини J-стernотомию. Пациент 56 лет поступил в клинику с жалобами на периодические боли в грудной клетке и спине, сохранявшиеся в течение 14 суток до обращения. По данным анамнеза, первые эпизоды боли возникли внезапно, однако их интенсивность постепенно уменьшалась, что соответствует подострому течению расслоения аорты (10–14 дней от начала симптомов). При поступлении выполнена МСКТ аорты с контрастированием: выявлено расслоение аорты I типа по классификации DeBakey, распространяющееся от синусов Вальсальвы до уровня нисходящей грудной аорты. Определялись признаки стабилизированного ложного просвета, отсутствие активной перфорации стенки и гемоперикарда,

**Результаты:** на представленном клиническом примере продемонстрирована техническая возможность выполнения протезирования дуги аорты из мини J-стernотомии. Операция прошла без интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений; отмечены удовлетворительные показатели гемодинамики, отсутствие значимого кровотечения и гладкое течение послеоперационного периода. Раннее восстановление пациента подтверждает потенциальные преимущества минимально инвазивного доступа.

**Выводы:** протезирование дуги аорты из мини J-стernотомии продемонстрировало высокую эффективность и безопасность в данном клиническом случае. Этот метод может стать перспективной альтернативой традиционной срединной стернотомии и требует дальнейшего исследования для оценки его среднесрочных и долгосрочных результатов.

**Ключевые слова:** дуга аорты, аортальный клапан, протезирование, мини-стernотомия.

**Для цитирования.** Н. Комаров, М.И. Ткачёв, Е.М. Марухина, Н.Е. Казбан, А.О. Шумахова, А.М. Каракотова , «ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ДУГИ АОРТЫ ИЗ МИНИ J-СТЕРНОТОМИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ». Ж. МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ. 2025; 1(4): 80–86.

## AORTIC ARCH REPLACEMENT VIA MINI J-STERNOTOMY: A CLINICAL CASE

Roman N. Komarov, \*Maxim I. Tkachev, Ekaterina M. Marukhina, Nikolay E. Kazban, Ariana O. Shumakhova, Almira M. Karakotova

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

### ABSTRACT

**Introduction:** for a long time, median sternotomy was considered the "gold standard" in cardiac surgery, providing wide exposure of the operative field. With the advancement of minimally invasive surgical techniques and growing evidence of their long-term effectiveness, there has been a trend towards expanding the indications for these approaches. For complex procedures such as aortic arch replacement, mini J-sternotomy has emerged as a valuable alternative to the standard approach. This incision ensures postoperative chest wall stability, reduces discomfort and pain for patients, and provides superior cosmetic outcomes.

**Aim:** to evaluate the effectiveness and safety of aortic arch replacement via mini J-sternotomy based on a clinical case.

**Materials and methods:** at the Department of Cardiovascular Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow), a novel approach was tested in the treatment of a patient with aortic arch pathology using mini J-sternotomy. We applied this technique in a 56-year-old patient diagnosed with type I aortic dissection according to M. DeBakey, subacute course. After comprehensive preoperative assessment, the patient underwent aortic valve, ascending aorta, and aortic arch replacement through mini J-sternotomy.

**Results:** this case demonstrated the technical features and advantages of mini J-sternotomy compared with full median sternotomy for aortic arch replacement: reduced surgical trauma, earlier patient mobilization, lower incidence of respiratory failure, decreased risk of bleeding, reduced post-operative pain, shorter duration of mechanical ventilation, lower rate of postoperative atrial fibrillation, as well as improved cosmetic outcomes. From a financial perspective, this approach was associated with shorter stays in the ICU and specialized ward.

**Keywords:** aortic arch, aortic valve, replacement, mini J-sternotomy.

## ВВЕДЕНИЕ

Расслоение аорты представляет собой разрыв внутреннего слоя аорты с последующим проникновением крови в дегенеративно измененный средний слой с формированием двух просветов: истинного и ложного [1]. Именно эта патология аорты является абсолютным показанием к её протезированию.

Первыми, кто выполнил успешное протезирование дуги аорты с использованием искусственного кровообращения, были M. DeBakey и D. Cooley [2].

В 1997 г. L. Svensson и R. D'Agostino впервые использовали мини J-стернотомию. Авторы применили данную методику для коррекции клапанной патологии и пришли к выводу, что данный доступ безопасен и может быть переведен при необходимости в полную срединную стернотомию без технических трудностей [3].

Кроме того, результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что использование минимально инвазивного хирургического доступа по сравнению с классическим коррелирует с уменьшением длительности госпитализации, понижением риска инфекционных осложнений, ускоренной экстубацией, сокращением объема кровопотери и снижением потребности в гемотрансfusion, а также обеспечивает лучшие косметические результаты [4-6].

В данной статье мы описываем метод лечения 56-летнего мужчины с диагностированным расслоением аорты I типа по M. DeBakey, подострым течением, госпитализированного в кардиохирургическое отделение Университетской Клиники №1 Сеченовского Университета для планового протезирования дуги аорты.

### Клинический случай

Клиническая картина: мужчина 56 лет, ИМТ=24,7 кг/м<sup>2</sup>, ППТ=1,8 м<sup>2</sup>. При поступлении пациент акцентировал внимание на такую жалобу как дискомфорт за грудиной.

Из анамнеза известно, что по месту жительства пациента 27 февраля 2025 г. была выполнена мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) аорты, выявлено расслоение аорты от синусов Вальсальвы до правой подвздошной артерии. Пациент проконсультирован по телемедицинской консультации со специалистами УКБ №1 клинического центра ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова, по согласованию, направлен в КХО в сопровождении реанимационной бригады. Госпитализирован в кардиохирургическое отделение.

Диагностические тесты. На электрокардиограмме (ЭКГ) был зафиксирован синусовый ритм, горизонтальное положение электрической оси сердца (ЭОС).

По данным трансторакальной эхокардиографии (ТТЭхоКГ) расслоение синусов Вальсальвы, восходящего отдела и дуги аорты. При оценке клапанного аппарата зафиксирован трехстворчатый аортальный клапан с краевым уплотнением створок. Нарушение центральной кооптации аортального клапана было отмечено при фиброзном коль-

це 2,8 см; регургитация 3 степени, конечно-диастолический объём (КДО) 200 мл. Градиент давления на аортальном клапане: пиковый 14 мм рт. ст., среднесистолический 7 мм рт. ст. Значение наиболее узкой части («шейки») струи регургитации — *vena contracta* (VC) составило 0,5 см. Период полуспада градиента давления — Pressure half time (PHT) составил 250 мс.

По данным МСКТ был определен "ложный" канал максимальной толщиной до 20 мм на всем протяжении аорты и правой подвздошной артерии. В просвете синусов Вальсальвы и восходящего отдела аорты с переходом на дугу локализуется подвижная линейная гиперэхогенная структура (интима).

Данные ЭхоКГ, МСКТ, а также клиническая картина позволили поставить следующее заключение: расслоение аорты I тип по M. DeBakey, подострое течение.

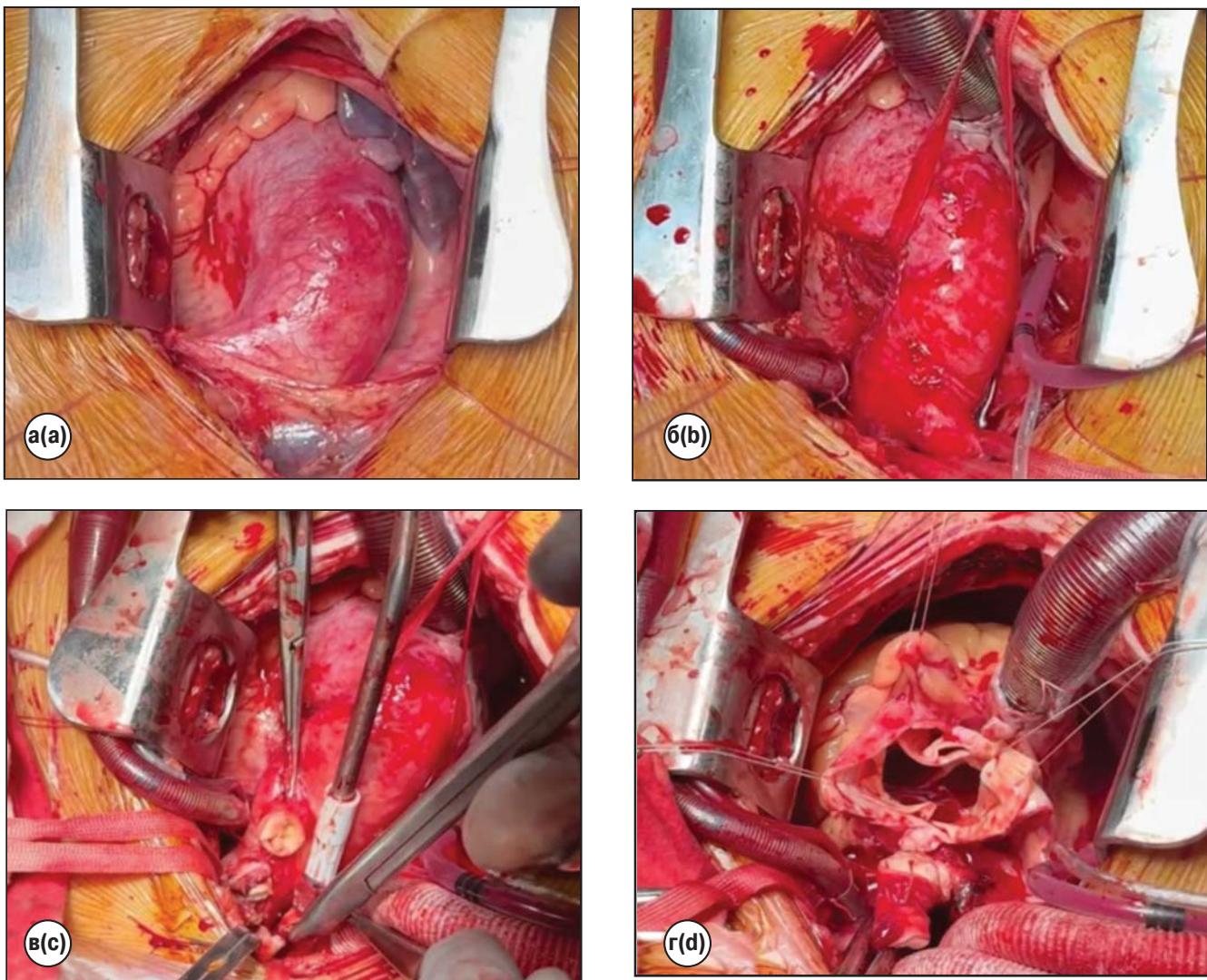
Также у пациента была выявлена дилатация обоих предсердий, дилатация и гипертрофия миокарда левого желудочка, регургитация митрального клапана 2 степени, триkuspidального клапана 2 степени и легочная гипертензия 1 степени, систолическое давление в легочной артерии составило 37 мм рт. ст. В лабораторных анализах — лейкоцитоз до  $18 \times 10^9/\text{л}$ , повышен С-реактивный белок — 209,2 мг/л.

Кардиохирургической бригадой было принято решение о протезировании аортального клапана, восходящей и дуги аорты из мини J-стернотомии.

### Хирургическая техника

В качестве доступа была выбрана мини J-стернотомия по IV межреберью. Следующим этапом выполнено вскрытие перикарда и взятие его на держалки (**рис. 1а**). Затем были выделены ветви дуги аорты — брахиоцефальный ствол (БЦС), левая общая сонная артерия (лОСА) и левая подключичная артерия. Интраоперационно зафиксировано расширение восходящей аорты до 55 мм, дуги аорты до 60 мм, устья брахиоцефального ствола до 50 мм. Подключение аппарата искусственного кровообращения (АИК) по схеме «правое предсердие (ПП) — дуга аорты» после введения полной дозы гепарина (**рис. 1б**). Дренаж левого желудочка установлен через верхнюю правую легочную вену (ВПЛВ). В ходе искусственного кровообращения поддерживалось состояние гипотермии пациента на уровне 28 °C.

Следующим этапом был наложен зажим дистальнее устья БЦС, при этом не отмечалось снижения оксигенации в головном мозге. Далее БЦС был отсечен и перевязан в устье. В просвете визуализировался ложный канал (**рис. 1в**). В данном случае расслоенная интима между истинным и ложным каналами иссекалась с последующим выполнением гемодинамической коррекции 2 типа — был сформирован анастомоз многобранchedного синтетического протеза Polythese Polyarch 30×10×8×8×10 mm и БЦС по типу «конец в конец» непрерывным обвивным швом нитью Prolene 5/0. Затем в протез была установлена «отводка» от ИК.



**Рис. 1.** Этапы операции от начала до аортотомии.

- а - мини J-стernотомия, вид после вскрытия перикарда;
- б - аорта взята на петлю, подключен аппарат ИК;
- в - БЦС отсечен и перевязан в устье, в просвете визуализируется ложный канал;
- г - вид на аортальный клапан после аортотомии.

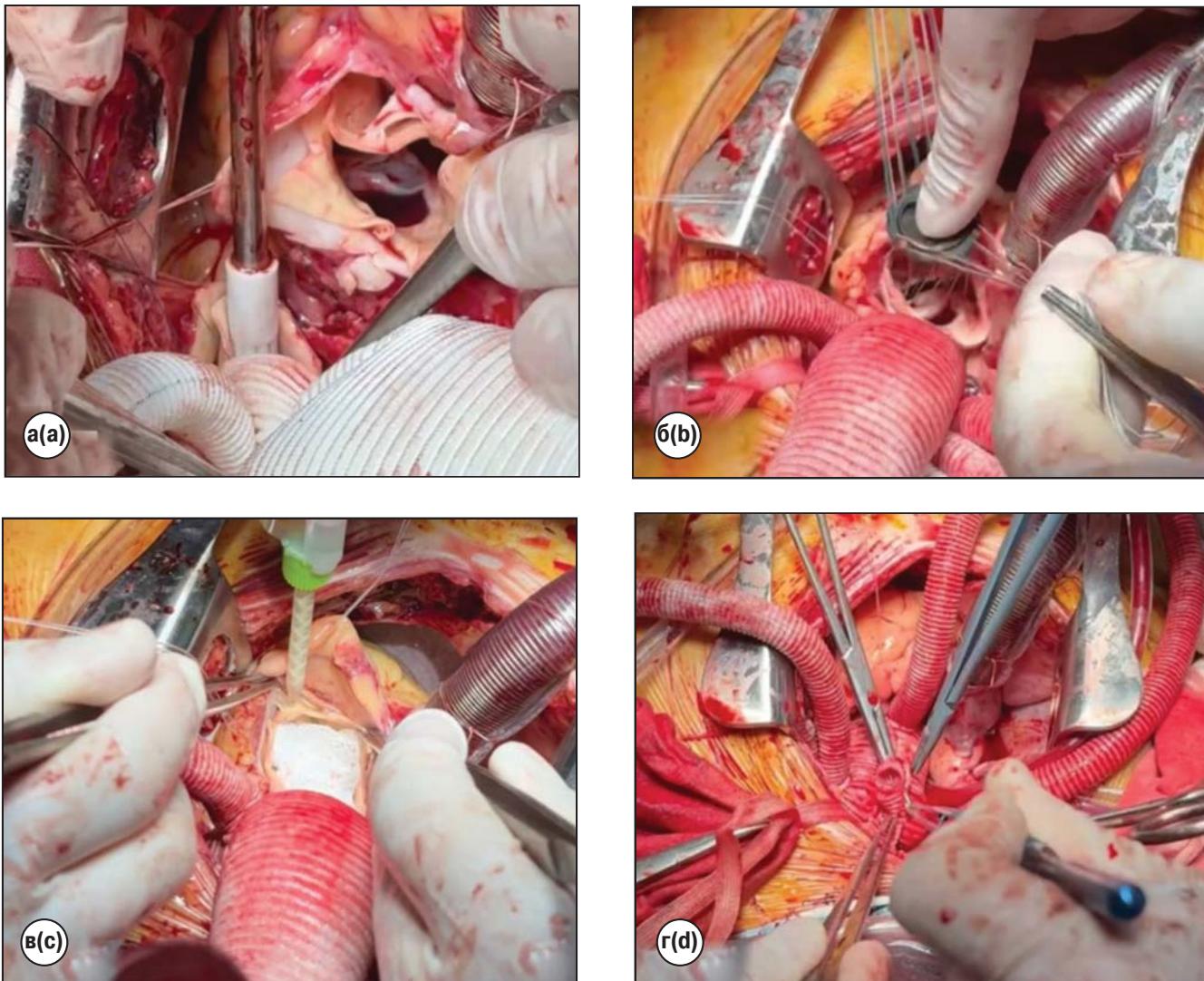
**Fig. 1.** Stages of the operation up to aortotomy.

- а - mini J-sternotomy, view after pericardial opening;
- б - aorta looped and connected to the cardiopulmonary bypass machine;
- в - brachiocephalic trunk transected and ligated at the origin, with the false lumen visualized inside;
- г - view of the aortic valve after aortotomy.

Далее была проведена профилактика воздушной и материальной эмболии. Снят зажим и начата моногемисфиральная перфузия головного мозга, при которой по данным оксиметрии не было зафиксировано снижения сатурации. После этого был наложен зажим на лОСА с дальнейшей перевязкой в устье и отсечением сосуда, в просвете которого визуализировался тромбированный ложный канал. Следующим этапом был сформирован анастомоз синтетического протеза и лОСА по типу «конец в конец» непрерывным обвивным швом нитью Prolene 5/0. В протез установленна «отводка» от ИК. Перед тем как был снят зажим проведена профилактика воздушной и мате-

риальной эмболии. После этого начата бигемисферальная перфузия головного мозга.

Аорта пережата в зоне Z2. Начало циркуляторного ареста. Произведена аортотомия выше синотубулярного соединения на 2/3 окружности (**рис. 1г**), выполнена селективная кардиоплегия в устье коронарных артерий по Calafiore. Далее была выполнена аневризмэктомия с последующим формированием дистального анастомоза между дугой аорты (Z2) и синтетическим протезом по типу «конец в конец» обвивным швом нитью Prolene 5/0 – гемодинамическая коррекция 1 типа (**рис. 2а**). Через отдельную браншу в протезе установлена «отводка» ИК.



**Рис. 2.** Этапы операции от формирования дистального анастомоза до формированияproxимального анастомоза.  
 а - формирование дистального анастомоза между дугой аорты (Z2) и синтетическим протезом по типу «конец в конец» обвивным швом;  
 б - протезирование аортального клапана;  
 в - использование биоклея «BioGlue» для восстановления целостности расслоенных стенок корня аорты;  
 г - формирование proxимального анастомоза между аортой и синтетическим протезом обвивным швом.

**Fig. 2.** Stages of the operation from distal anastomosis formation to proximal anastomosis formation.  
 a - formation of the distal anastomosis between the aortic arch (Z2) and the synthetic graft using an end-to-end continuous suture;  
 b - aortic valve replacement;  
 c - use of BioGlue to restore the integrity of the dissected walls of the aortic root;  
 d - formation of the proximal anastomosis between the aorta and the synthetic graft using a continuous suture.

Проведена профилактика материальной и воздушной эмболии и после этого снят зажим.

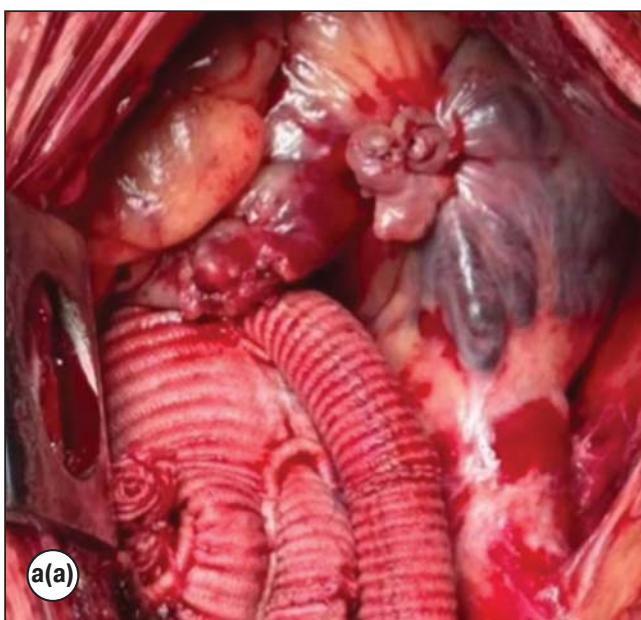
При проведении ревизии аортального клапана створки кальцинированы, в связи с чем принято решение о протезировании клапана.

Далее было выполнено иссечение аортального клапана и проведение повторной антеградной селективной кардиоплегии по Calafiore. На фиброзное кольцо было наложено 12 П-образных швов нитью Ti-sرون 2/0 с прокладками, после чего проведена имплантация механического протеза Carbomedics Reduced 23 мм в аортальную позицию (**рис. 2б**). Далее сформирован proxимальный ана-

стомоз между аортой и синтетическим протезом обвивным швом нитью Prolene 5/0 (**рис. 2г**). Операция завершается стандартно (**рис 3. а, б**).

Продолжительность искусственного кровообращения (ИК) составила 163 мин., ишемия миокарда (ИМ) – 74 мин., длительность циркуляторного ареста составила 23 мин., кровопотеря – 1000 мл.

Послеоперационный период протекал без особенностей, характеризовался минимальным болевым синдромом в области раны и отсутствием значимых неблагоприятных событий. Раны зажили первичным натяжением. Пациент выпущен в удовлетворительном состоянии на 20-е сутки.



а(а)



б(б)

**Рис. 3. Завершение операции.**

а - окончательный интраоперационный вид реконструкции дуги аорты;  
б - вид операционной раны после протезирования аорты из мини J-стernотомии.

**Fig. 3. Completion of the operation.**

a - final intraoperative view of the aortic arch reconstruction;  
b - appearance of the surgical wound after aortic replacement via mini J-sternotomy.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Развитие минимально инвазивных методик в хирургии аорты началось с вмешательств на аортальном клапане. Достижение удовлетворительных клинических результатов и накопление технического опыта стали основой для расширения показаний к применению минимально инвазивных подходов при операциях на корне аорты, дуге и восходящем отделе. Впервые мини J-стенотомию в четвёртом межреберье для доступа к аортальному клапану применили Svensson L. и соавт., позднее в 2001 году они успешно выполнили протезирование дуги аорты у трёх пациентов через тот же доступ [3,7].

В 2020 году Risteski P. и соавт. опубликовали результаты применения мини J-стенотомии при протезировании дуги аорты у 123 пациентов. Конверсия в полную срединную стернотомию не потребовалась ни в одном случае. Среди осложнений были зафиксированы острые почечная недостаточность у одного пациента и ишемический инсульт у двух. Ранняя послеоперационная летальность составила 3,3%, а пятилетняя выживаемость достигла  $80 \pm 6\%$ , что сопоставимо с результатами операций через стандартный доступ [8].

Год спустя Shi A. Kim и соавт. сообщили об эффективности и безопасности выполнения протезирования дуги аорты из мини-доступа. Из 44 пациентов, прооперированных через J-стенотомию, только в одном случае потребовалась конверсия в полную стернотомию из-за интраоперационного кровотечения. Средняя продолжительность

пребывания в отделении интенсивной терапии составила 1 день, а общая длительность госпитализации – 7 дней [9]. Таким образом, мини J-стенотомия зарекомендовала себя как менее инвазивный хирургический доступ, сочетающий малую травматичность с возможностью выполнения широкого спектра вмешательств. Однако её применение требует тщательного отбора пациентов с учетом показаний и противопоказаний.

Показания к проведению операций через мини-доступ:

1. Изолированные операции на аортальном клапане: протезирование или реконструкция аортального клапана (включая транскатетерные технологии, такие как TAVI при гибридных подходах) [10].
  2. Вмешательства на восходящей аорте: пластика или протезирование при ограниченных аневризмах и расслоениях типа А (не требующих тотального замещения дуги) [11].
  3. Коронарное шунтирование (CABG): одиночные или множественные шунты (чаще LIMA-to-LAD) при условии адекватного доступа к передней нисходящей артерии [12].
  4. Операции на митральном клапане: в отдельных случаях, особенно при комбинированных мини-доступах (торакоскопическая ассистенция) [13].
  5. Врождённые пороки у взрослых: коррекция ДМПП, ДМЖП или аневризмы синуса Вальсальвы.
- Относительные противопоказания к мини J-стенотомии:
1. Экстренные состояния: острая расслаивающая аневризма аорты с тампонадой, массивное кровотечение, требующие немедленного широкого доступа.
  2. Комбинированные и сложные вмешательства: мульти-

клапанные операции, реоперации с обширным спаечным процессом.

3. Анатомические ограничения: выраженное ожирение (ИМТ > 35–40 кг/м<sup>2</sup>) и глубокая грудная клетка, ухудшающие визуализацию; кальциноз аорты или грудины, повышающий риск эмболии и повреждений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муслимов Р.Ш., Попова И.Е., Хамидова Л.Т., Селяев В.С., Васильева И.В., Коков Л.С. Компьютерно-томографические критерии оценки истинного и ложного просветов при расслоении аорты. Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2022;11(3):394-401. DOI: [10.23934/2223-9022-2022-11-3-394-40](https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-3-394-40)
2. DeBakey M.E., Cooley D.A., Crawford E.S. et al. Successful resection of fusiform aneurysm of aortic arch with replacement by homograft. *Surgery, Gynecology, Obstetrics*. 1957; 105:656-664.
3. Svensson L.G, D'Agostino R.S. Minimal-access aortic and valvular operations, including the "J/j" incision. *Ann Thorac Surg*. 1998;66(2):431-435.
4. Cosgrove D.M., Sabik J.F. Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;62(2):596-597. DOI: [10.1016/0003-4975\(96\)00418-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(96)00418-3)
5. Di Bacco L., Miceli A., Glauber M. Minimally invasive aortic valve surgery. *J Thorac Dis*. 2021;13(3):1945-1959. DOI: [10.21037/jtd-20-1968](https://doi.org/10.21037/jtd-20-1968)
6. Kirmani B.H., Jones S.G., Malaisrie S.C. et al. Limited versus full sternotomy for aortic valve replacement. Cochrane Heart Group, ed. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(4). DOI: [10.1002/14651858.CD011793.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD011793.pub2)
7. Svensson L. Minimal access aortic surgery including reoperations. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2001;19(1):30-33. DOI: [10.1016/S1010-7940\(00\)00597-2](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(00)00597-2)
8. Risteski P., Radwan M., Boshkoski G. et al. Minimally Invasive Aortic Arch Repair: Technical Considerations and Mid-Term Outcomes. *Heart Surg Forum*. 2020;23(6):E803-E808. DOI: [10.1532/hsf.3235](https://doi.org/10.1532/hsf.3235)
9. Kim S.A., Pyo W.K., Ok Y. et al. Mini-access open arch repair. *J Thorac Dis*. 2021;13(4):2233-2241. DOI: [10.21037/jtd-20-3254](https://doi.org/10.21037/jtd-20-3254)
10. Torky M.A., Arafat A.A., Fawzy H.F. et al. J-ministerotomy for aortic valve replacement: a retrospective cohort study. *Cardiothorac Surg*. 2021; 29 (16):1-8 DOI: [10.1186/s43057-021-00050-7](https://doi.org/10.1186/s43057-021-00050-7)
11. Wu Y., Jiang W., Li D. et al. Surgery of ascending aorta with complex procedures for aortic dissection through upper mini-sternotomy versus conventional sternotomy. *J Cardiothorac Surg*. 2020; 7;15(1):57. DOI: [10.1186/s13019-020-01095-1](https://doi.org/10.1186/s13019-020-01095-1)
12. Дорофеев А.В., Саломов А.А., Сайдходжаев С.С. Сравнительный анализ результатов off-pump коронарного шунтирования из минидоступа и срединной стернотомии. Кардиоваскулярные заболевания. Бюллетень центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Российской академии медицинских наук. 2008; 9(2): 126-134
13. Pojar M., Karalko M., Dergel M., Vojacek J. Minimally invasive or sternotomy approach in mitral valve surgery: a propensity-matched comparison. *J Cardiothorac Surg*. 2021; 10;16(1):228. DOI: [10.1186/s13019-021-01578-9](https://doi.org/10.1186/s13019-021-01578-9)

## REFERENCES

1. Muslimov R.S., Popova I.E., Khamidova L.T. et al. Computed Tomography Criteria for Differential Evaluation of True and False Lumens in Aortic Dissection. Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care. 2022;11(3):394-401. DOI: [10.23934/2223-9022-2022-11-3-394-401](https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-3-394-401) [In Russ].
2. DeBakey M.E., Cooley D.A., Crawford E.S. et al. Successful resection of fusiform aneurysm of aortic arch with replacement by homograft. *Surgery, Gynecology, Obstetrics*. 1957; 105:656-664.
3. Svensson L.G, D'Agostino R.S. Minimal-access aortic and valvular operations, including the "J/j" incision. *Ann Thorac Surg*. 1998;66(2):431-435.
4. Cosgrove D.M., Sabik J.F. Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996;62(2):596-597. DOI: [10.1016/0003-4975\(96\)00418-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(96)00418-3)
5. Di Bacco L., Miceli A., Glauber M. Minimally invasive aortic valve surgery. *J Thorac Dis*. 2021;13(3):1945-1959. DOI: [10.21037/jtd-20-1968](https://doi.org/10.21037/jtd-20-1968)
6. Kirmani B.H., Jones S.G., Malaisrie S.C. et al. Limited ver-
- sus full sternotomy for aortic valve replacement. Cochrane Heart Group, ed. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(4). DOI: [10.1002/14651858.CD011793.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD011793.pub2)
7. Svensson L. Minimal access aortic surgery including reoperations. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2001;19(1):30-33. DOI: [10.1016/S1010-7940\(00\)00597-2](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(00)00597-2)
8. Risteski P., Radwan M., Boshkoski G. et al. Minimally Invasive Aortic Arch Repair: Technical Considerations and Mid-Term Outcomes. *Heart Surg Forum*. 2020;23(6):E803-E808. DOI: [10.1532/hsf.3235](https://doi.org/10.1532/hsf.3235)
9. Kim S.A., Pyo W.K., Ok Y. et al. Mini-access open arch repair. *J Thorac Dis*. 2021;13(4):2233-2241. DOI: [10.21037/jtd-20-3254](https://doi.org/10.21037/jtd-20-3254)
10. Torky M.A., Arafat A.A., Fawzy H.F. et al. J-ministerotomy for aortic valve replacement: a retrospective cohort study. *Cardiothorac Surg*. 2021; 29 (16):1-8. DOI: [10.1186/s43057-021-00050-7](https://doi.org/10.1186/s43057-021-00050-7)
11. Wu Y., Jiang W., Li D. et al. Surgery of ascending aorta with

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение минимально инвазивных вмешательств при реконструкции дуги аорты демонстрирует многообещающие результаты, однако требует дальнейшего набора клинического материала и оценки отдаленного периода. ■

complex procedures for aortic dissection through upper mini-sternotomy versus conventional sternotomy. J Cardiothorac Surg. 2020; 7;15(1):57. DOI: [10.1186/s13019-020-01095-1](https://doi.org/10.1186/s13019-020-01095-1)

12. Dorofeev A.V., Salomov A.A., Saidkhodjaev S.S. Comparative analysis of the results of off-pump coronary artery bypass grafting through a mini-access versus median sternoto-

my. Cardiovascular Diseases. Bulletin of the A.N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery, Russian Academy of Medical Sciences. 2008; 9(2): 126-134 [In Russ].

13. Pojar M., Karalko M., Dergel M., Vojacek J. Minimally invasive or sternotomy approach in mitral valve surgery: a propensity-matched comparison. J Cardiothorac Surg. 2021;10;16(1):228. DOI: [10.1186/s13019-021-01578-9](https://doi.org/10.1186/s13019-021-01578-9)

## 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

**Ткачёв Максим Игоревич** - [ORCID: 0000-0002-2252-7773] к.м.н., доцент 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. Большая Пироговская, 2, стр. 4

**Марухина Екатерина Михайловна** - [ORCID: 0009-0008-1091-3619] студентка 3-го курса 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

**Казбан Николай Егорович** - [ORCID: 0009-0007-0102-5540] аспирант 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. Большая Пироговская, 2, стр. 4

**Шумахова Ариана Османовна** - [ORCID: 0009-0006-4043-9116] аспирант 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. Большая Пироговская, 2, стр. 4

**Каракотова Альмира Муратбиеевна** - [ORCID: 0009-0009-5286-121X] врач сердечно-сосудистый хирург, аспирант 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. Большая Пироговская, 2, стр. 4

**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

**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, builind 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991 8, Trubetskaya str., building 2, Moscow, Russian Federation, 119991

**Maksim I. Tkachev** - [ORCID: 0000-0002-2252-7773] MD, PhD, Associate Professor, 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, builind 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991

**Ekaterina M. Marukhina** - [ORCID: 0009-0008-1091-3619] 3rd year student, 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, builind 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991

**Nikolay E. Kazban** - [ORCID: 0009-0007-0102-5540] postgraduate student, 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, builind 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991

**Ariana O. Shumakhova** - [ORCID: 0009-0006-4043-9116] postgraduate student, 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, builind 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991

**Almira M. Karakotova** - [ORCID: 0009-0009-5286-121X] MD, Cardiovascular Surgeon, postgraduate student, 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, builind 4, Bolshaya Pirogovskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991

**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 нижеследующими 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 таблицам), 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 таблицам), 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 таблицам), 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 таблицам), 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 публикаций, 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/ictrp/network/primary/en/index.html](http://www.who.int/ictrp/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 аbbревиатуры. 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 аbbревиатуры, кроме общепринятых 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 точки 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 L 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 пластины, 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 ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) или нижние (CHA2DS2-VASc) регистры. Знак мат. действий и соотношений (+, -, ×, /, =, ~) 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 °С отделяют от числа: 13 °С. 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 раздельными (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:

Ревишвили 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., Филиппцев П.Я., Перлин Д.В. и др. Лечение структур мочеточника после трансплантации почки. Урология и нефрология. 1994; 3: 42-45.  
Trapeznikova M.F., Filippsev P.Ya., Perlin D.V., Kulachkov S.M. Lechenie struktur 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:

Ивашин 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 rekommendatsii po obsledovaniyu i lecheniyu bol'nykh s narushe-niyami dvigateľnoy 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\\_farmacevticheskaja\\_promyshlennost\\_2011-07-18.html](http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmacevticheskaja_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\\_farmacevticheskaja\\_promyshlennost\\_2011-07-18.html](http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmacevticheskaja_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. 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 конфиденциальным 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, идается 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 остается в электронной системе редакции, однако доступ к ней со стороны редакторов или рецензентов закрыт.

Для заметок:

Единая справочная служба  
+7 (499) 236-90-80



ФГБУ «НМИЦ ХИРУРГИИ  
ИМ. А.В. ВИШНЕВСКОГО»  
МИНЗДРАВА РОССИИ

## ОТДЕЛЕНИЕ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАЦИИ

всё под контролем

Отделение анестезиологии-реанимации НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского – 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 цент-ральной гемодинамики. Основными реанимационными направлениями 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, докторских работ, но и для полноценного обучения специалистов в ординатуре по специальности «Анестезиология и реаниматология».

реклама

# Сердечно-сосудистая хирургия

одно из приоритетных направлений деятельности Национального медицинского исследовательского центра хирургии им. А.В. Вишневского.

## ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ СПЕЦИАЛИСТОВ

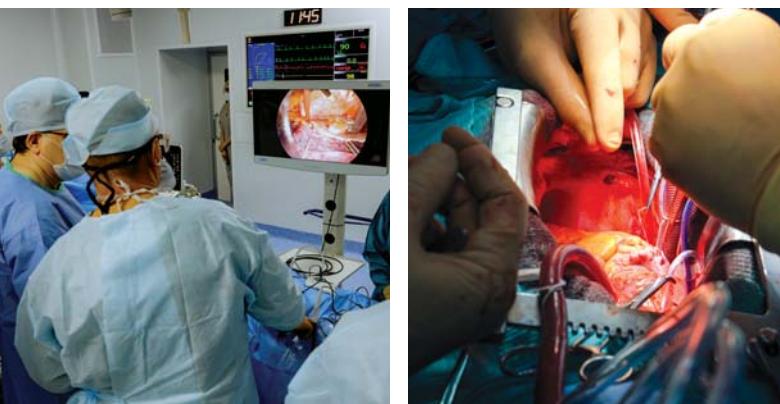
- Команда опытных кардиохирургов и кардиологов
- Постоянное повышение квалификации и участие в международных конференциях
- Использование самых передовых методов

## 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. Вишневского» Минздрава России – крупнейший научно-исследовательский медицинский центр и многопрофильное хирургическое учреждение в системе здравоохранения Российской Федерации, в том числе по профилю сердечно-сосудистая хирургия. 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. Ревишвили успешно диагностируют и устраниют нарушения ритма сердца, включая синкопальные состояния, различные виды тахикардий и брадикардий, требующих установки электроакардиостимуляторов 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. Алексея.

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 артерио-венозной патологии любых локализаций, патологии аорты, ангиодисплазий.