

МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ХИРУРГИЯ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Транскатетерное протезирование аортального клапана у пациентов со сниженной сократительной функцией левого желудочка сердца11

«Традиционный» и гибридный подходы в хирургии дуги аорты при аортальном расслоении16

Малоинвазивные подходы при повторных вмешательствах на сердце36

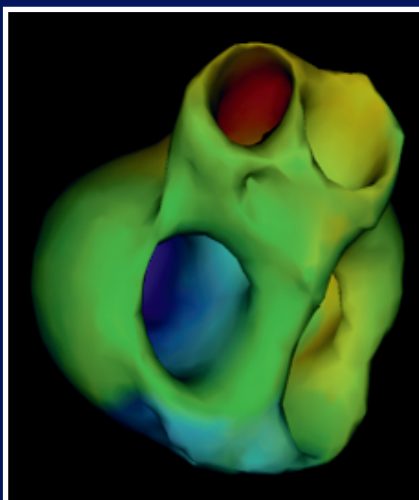
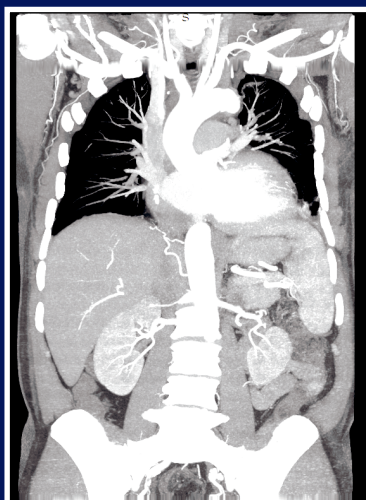
Актуальные вопросы неинвазивной диагностики и гибридного лечения фибрилляции предсердий44

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

Клинический случай одномоментного протезирования корня аорты, аортального клапана с реимплантацией коронарных артерий, восходящего отдела, дуги и части нисходящей аорты с протезированием бicuspid клапан содержащим гомографтом у пациента с хроническим расслоением аорты II типа по DeBakey55

ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

Современные тренды в коронарной хирургии: критический анализ через призму собственного опыта61



Учредитель журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия»
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(115093, г. Москва, ул. Большая Серпуховская д. 27)

Полнотекстовые версии всех номеров размещены на веб-сайте журнала в разделе архив
([https: archive](https://archive.elibrary.ru)), в Научной электронной библиотеке: www.elibrary.ru.

Правила публикации авторских материалов размещены на веб-сайте журнала.

Воспроизведение опубликованных материалов без письменного согласия редакции не допускается.
Авторские материалы могут не отражать точку зрения редакции.

Ответственность за достоверность информации в рекламных публикациях несет рекламодатель.
Периодичность: четыре раза в год.

План-график выхода номеров в текущем году представлен на веб-сайте журнала

Founder of Peer-Reviewed Journal
«Minimally Invasive Cardiovascular Surgery»
A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery
of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation
(Russian Federation, Moscow, 27, Bolshayay Serpukhovskaya St., 115093)

Complete versions of all issues are published in the archive on the journal's official web-site
and Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru).

Authors guidelines are published at the journal's official web-site.

Reprints of the published content without written approval of the editors is not allowed. Author's manuscripts
may not reflect the point of view of the editorial board.

The advertiser is responsible for the reliability of information provided in the advertisements.
Published: 4 issues per year.

The schedule is presented on the web-site.





ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Ревишвили Амиран Шотаевич
академик РАН
(г. Москва)



**ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА**
Попов Вадим Анатольевич
д.м.н., профессор
(г. Москва)



ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Бебишева Ирина Витальевна
(г. Москва)

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ



Алесян Б.Г.
академик РАН
(г. Москва)



Белов Ю.В.
академик РАН
(г. Москва)



Готье С.В.
академик РАН
(г. Москва)



Островский Ю.П.
академик БАН
(г. Минск)



Хубулава Г.Г.
академик РАН
(г. Санкт-Петербург)



Абутов С.А.
член-корр. РАН
(г. Москва)



Мацкеплишвили С.Т.
член-корр. РАН
(г. Москва)



Чарчян Э. Р.
член-корр. РАН
(г. Москва)



Чернявский А.М.
член-корр. РАН
(г. Новосибирск)



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.
(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.
(г. Новосибирск)



Григорьев Е.В.
д.м.н., профессор РАН
(г. Кемерово)



Грицкевич А.А.
д.м.н.
(г. Москва)



Давтян К.В.
д.м.н.
(г. Москва)



Жбанов И.В.
д.м.н., профессор
(г. Москва)



Заклязьминская Е.В.
д.м.н.
(г. Москва)



Зеньков А.А.
д.м.н.
(г. Астрахань)



Имаев Т.Э.
д.м.н.
(г. Москва)



Карпенко А.А.
д.м.н., профессор
(г. Новосибирск)



Ковалев С.А.
д.м.н., профессор
(г. Воронеж)



Козлов Б.Н.
д.м.н., профессор
(г. Томск)



Комаров Р.Н.
д.м.н., профессор
(г. Москва)



Кривошеков Е.В.
д.м.н.
(г. Томск)



Марченко А.В.
д.м.н.
(г. Пермь)



Молочков А.В.
д.м.н.
(г. Москва)



Плотников Г.П.
д.м.н.
(г. Москва)



Романов А.Б.
д.м.н., профессор
(г. Новосибирск)



Россейкин Е.В.
д.м.н., профессор
(г. Хабаровск)



Светликов А.В.
д.м.н., профессор
(г. Санкт-Петербург)



Сергуладзе С.Ю.
д.м.н.
(г. Москва)



Сирота Д.А.
к.м.н.
(г. Новосибирск)



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)

EDITOR-IN-CHIEF

Amiran Sh. Revishvili, M.D., Ph.D., Professor (Moscow)

ASSOCIATE EDITOR

Vadim A. Popov, M.D., Ph.D., Professor (Moscow)

EDITORIAL ASSISTANT

Irina V. Bebisheva (Moscow)

EDITORIAL BOARD

Prof. B.G. Alekryan, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. Yu. V. Belov, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. S.V. Gauthier, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. G.G. Khubulava, M.D., Ph.D. (Saint Petersburg)
Prof. Yu.P. Ostrovsky, M.D., Ph.D. (Minsk)
Prof. S.A. Abugov, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. E.R. Charchyan, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. A.M. Chernyavsky, M.D., Ph.D. (Novosibirsk)
Prof. S.T. Matskeplishvili, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. M.M. Alshibaya, M.D., Ph.D. (Moscow)
V.V. Aminov, M.D., Ph.D. (Chelyabinsk)
Prof. V.S. Arakelyan, M.D., Ph.D. (Moscow)
E.A. Artyukhina, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. K.O. Barbukhatti, M.D., Ph.D. (Krasnodar)
Prof. V.V. Bazylev, M.D., Ph.D. (Penza)
A.V. Bogachev-Prokofyev, M.D., Ph.D. (Novosibirsk)
Prof. A.V. Chupin, M.D., Ph.D. (Moscow)
K.V. Davtyan, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. E.V. Grigoriev, M.D., Ph.D. (Kemerovo)
A.A. Gritskevich, M.D., Ph.D. (Moscow)
T.E. Imaev, M.D., Ph.D. (Moscow)
V.I. Kaleda, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. R.N. Komarov, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. S.A. Kovalev, M.D., Ph.D. (Voronezh)
Prof. B.N. Kozlov, M.D., Ph.D. (Tomsk)
A.V. Marchenko, M.D., Ph.D. (Perm)
A.V. Molochkov, M.D., Ph.D. (Moscow)
G.P. Plotnikov, M.D., Ph.D. (Moscow)
Prof. A.B. Romanov, M.D., Ph.D. (Novosibirsk)
Prof. E.V. Rosseykin, M.D., Ph.D. (Khabarovsk)
S. Yu. Serguladze, M.D., Ph.D. (Moscow)
Professor K.V. Shatalov, M.D., Ph.D. (Moscow) Professor
Yu.A. Shneyder, M.D., Ph.D. (Kaliningrad)
D.A. Sirota, M.D., Ph.D. (Novosibirsk)
Prof. A.V. Svetlikov, M.D., Ph.D. (Saint Petersburg)
E.V. Zaklyazminskaya, M.D., Ph.D. (Moscow)
A.A. Zenkov, M.D., Ph.D. (Astrakhan)
Prof. I.V. Zhanov, M.D., Ph.D. (Moscow)





Главный внештатный
специалист хирург Минздрава
России



Общероссийская общественная организация «Российское общество минимально инвазивной хирургии»

Создание Российского общества минимально инвазивной хирургии



главный хирург
Минздрава
России

«Революционное внедрение инновационных минимально инвазивных технологий в хирургию открыли новые возможности в лечении широкого спектра заболеваний – от сердечно-сосудистых заболеваний и злокачественных и доброкачественных новообразований различной локализации 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, интегрирующее в себя множество перспективных научно-практических направлений».

академик РАН Амиран Шотаевич Ревишвили



Включение в авторитетное
экспертное сообщество



Участие в Рабочих группах по
написанию клинических
рекомендаций



Научная кооперация с ведущими
научными и образовательными
организациями



Бесплатные образовательные
вебинары по минимально
инвазивной хирургии



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



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



Открытый доступ к научному
контенту



Правовая защита и
консультирование по правовым
основам клинической практики

PERCEVAL™ PLUS RELYON SYSTEM

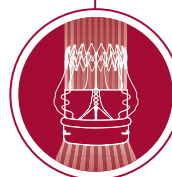
ОПТИМАЛЬНЫЙ СОСТАВ

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ



Частота структурных изменений клапана 0,54% пац-лет при максимальном сроке наблюдения 13 лет¹

ГЕМОДИНАМИКА



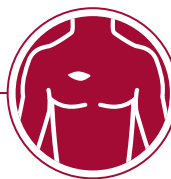
Низкие значения среднего градиента на протяжении 5 лет²

КЛАПАН В КЛАПАН



Идеальная платформа для процедуры «клапан в клапан»

МИНИДОСТУП



Бесшовный и сжимаемый подходит для миниинвазивного доступа

ПРОСТОТА В ИСПОЛЬЗОВАНИИ



Бесперебойная работа всей операционной бригады

на правах
рекламы



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ ПРО
**PERCEVAL™ PLUS
RELYON SYSTEM**

1. Lamberigts M. et al., JTCVS (2022); doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2022.09.053/py>
2. Fischlein et al., JTCVS 2021

No data on potential interaction between the Perceval stent and transcatheter devices or their delivery systems are available

CE
0123

Производитель:
Corcym srl
Via Crescentino sn
13040 Saluggia (VC) Italy
Tel: +39 0161 487800
Corcym S.r.l. previously Sorin Group Italia S.r.l.

Cardiomedics

ООО «Кардиомедикс»: 101000, Москва, Покровский бульвар, 4/17, стр. 1, офис 40
тел. (495) 935 8471, факс (495) 935 8472; info@cardiomedics.ru; www.cardiomedics.ru

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИЙ,
ПРОДУКЦИЯ КОТОРЫХ ШИРОКО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В ЕВРОПЕ И США



ИННОВАЦИОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ ХИРУРГИИ И АРИТМОЛОГИИ

СТЕНТЫ | ПРОВОДНИКИ | РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
КОРОНАРНЫЕ, ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ БАЛЛОННЫЕ КАТЕТЕРЫ

Представляем полный спектр медицинских расходных материалов для коронарной и периферической ангиопластики, стентирования, а также расходных материалов для нейрохирургии.

Объединяя лучшее, компания «Инвамед» предлагает продукцию ведущих мировых производителей на оптимальных условиях. На складе компании в Москве, всегда находится широкий ассортимент продукции, зарегистрированной и сертифицированной в России.

Мы успешно сотрудничаем со всеми ведущими кардиологическими центрами и клиниками России на протяжении многих лет.

125047, г. Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская д. 3

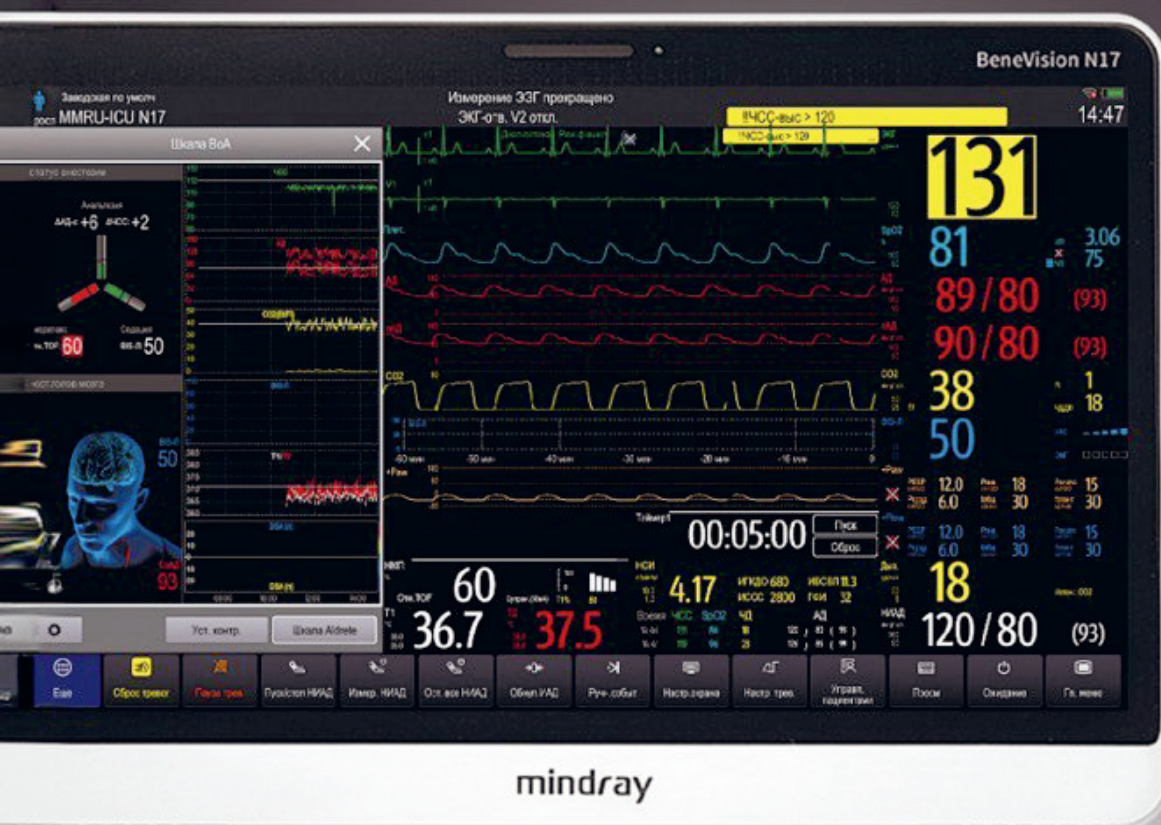
Тел/Факс: +7 (495) 988-64-77, 641-00-88

www.invamedrus.ru



A9 АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

**Узнайте
подробнее:**



Реклама. Данный материал предназначен только для специалистов здравоохранения и распространения на территории Российской Федерации.



Selectra 3D

Стимуляция проводящей системы сердца

Последнее поколение систем доставки для удобного и быстрого позиционирования электрода в просвете левой ножки пучка Гиса

ООО «Биотроник»:

ул. Николаямская, дом 26, строение 1А, этаж 2, помещение 6
109240 Москва, Россия

Телефон: 8 (495) 789-68-31 | Факс: 8 (495) 789-68-32

Эл. почта: office@biotronik.ru

Товарный знак  **BIOTRONIK** зарегистрирован в РФ,
Свидетельство № 0649784 от 28.03.2018 г.; включён в Таможенный Реестр
Объектов Интеллектуальной Собственности (ТРОИС),
Решение № 14-38/12780.

Регистрационное удостоверение № РЗН 2022/17871 от 02.08.2022 г.

Реклама. Информация исключительно для специалистов здравоохранения
или сотрудников специализированных изданий для медицинских
и фармацевтических работников.



BIOTRONIK
excellence for life



Дистрибьютор компании ЭББОТТ
в Российской Федерации

✉ alevspb2004@gmail.com
www.alevmed.ru

ЖИТЬ БОЛЕЕ
АКТИВНОЙ ЖИЗНЬЮ

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ХСН ИМПЛАНТАЦИЕЙ LVAD СИСТЕМЫ **HEARTMATE 3™**



84%

Выживаемость,
24 мес.,
регистр INTERMACS¹

80%

Устойчивое значимое
улучшение ФК, 24 мес.,
РКИ MOMENTUM-3^{2,3}

69%

Пациенты с LVAD
HeartMate 3 на поддержке,
5 лет, РКИ MOMENTUM-3⁴

+30 баллов

Улучшение качества
жизни по KCCQ,
РКИ MOMENTUM-3²

в 2,4 раза

Увеличение результатов 6MWD:
с 136 до 323 м, 24 мес.,
РКИ MOMENTUM-3²



HeartMate 3™

Сегодня имплантируемые системы длительной механической поддержки кровообращения и поддержки левого желудочка (LVAD) обеспечивают **лучшее будущее** для многих пациентов с тяжелой сердечной недостаточностью

HeartMate 3™

Левожелудочковая система
вспомогательного кровообращения
с технологией Full MagLev™

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА ПО ТИПУ «КРАЙ-В-КРАЙ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА **MITRACLIP™ G4**

2

дня – средняя
продолжительность
госпитализаций⁶

≈91%

пациентов
достигли снижения
значимой MR ≤ 1+
в течение
30 дней⁷

89%

пациентов
достигли снижения
значимой MR ≤ 1+
в течение
1 года⁸

78%

пациентов
улучшили свой
функциональный класс
до NYHA I или II
в течение 1 года⁸

97,4%

без
существенных
нежелательных
явлений⁷

+21

баллов –
улучшение
качества жизни
по KCCQ-OS⁷

200.000

>200 тыс.
пациентов
получили данную
терапию по всему
миру



MitraClip™ G4

Недостаточность митрального клапана может запустить каскад нежелательных явлений, приводящих к сердечной недостаточности и смерти. **MitraClip** предоставляет **больше возможностей** лечения большему количеству пациентов с симптоматической, значимой митральной регургитацией

1-8. Более подробная информация и ссылки на результаты исследований размещены на сайте компании www.alevmed.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Оригинальные исследования

Изотов Д.А., Рядовой И.Г., Саховский С.А., Семенова Ю.В., Анискевич Г.В., Спирина Е.А., Попцов В.Н., МIRONKOV Б.Л.

Транскатетерное протезирование аортального клапана у пациентов со сниженной сократительной функцией левого желудочка сердца

Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Лукинов В.Л., Панфилова Н.О., Лелик Е.В.

«Традиционный» и гибридный подходы в хирургии дуги аорты при аортальном расслоении

Комаров Р.Н., Исмаилбаев А.М., Даначев А.О.

Малоинвазивные подходы при повторных вмешательствах на сердце

Стребкова Е.Д., Артюхина Е.А., Ревিশвили А.Ш.

Актуальные вопросы неинвазивной диагностики и гибридного лечения фибрилляции предсердий

Клинические случаи

Пустовойтов А.В., Ерахтин П.Е., Кузнецов А.В., Мызников А.В., Каптыук Г.И., Билоус Е.А., Певнев А.А., Утьманова И.В.

Клинический случай одномоментного протезирования корня аорты, аортального клапана с реимплантацией коронарных артерий, восходящего отдела, дуги и части нисходящей аорты с протезированием бцс клапан содержащим гомографтом у пациента с хроническим расслоением аорты ii типа по DeBekey

Обзорные статьи

Жбанов И.В.

Современные тренды в коронарной хирургии: критический анализ через призму собственного опыта

CONTENT

Original Research

Izotov D.A., Ryadovoy I.G., Sakhovskiy S.A., Semenova Y.V., Aniskevich G.V., Spirina E.A., Poptsov V.N., Mironkov B.L.

Transcatheter aortic valve replacement in patients with reduced left ventricular ejection fraction

Kozlov B.N., Panfilov D.S., Lukinov V.L., Panfilova N.O., Lelik E.V.

Conventional and hybrid aortic arch repair for aortic dissection

Komarov R.N., Ismailbaev A.M., Danachev A.O.

Minimally invasive approaches in redo cardiac surgery

Strebkova E.D., Artyukhina E.A., Revishvili A.Sh.

Non-invasive diagnosis and hybrid treatment of atrial fibrillation

Clinical cases

Pustovoitov A.V., Yerakhtin P.E., Kuznetsov A.V., Myznikov A.V., Kaptyuk G.I., Bilous E.A., Pevnev A.A., Utmanova I.V.

A clinical case of simultaneous prosthetic repair of the aortic root, aortic valve with reimplantation of the coronary arteries, ascending section, arch and part of the descending aorta with prosthetics of the bcc - brachiocephalic trunk with valve-containing homograft in a patient with DeBekey type ii chronic aortic dissection

Review articles

Zhbanov I. V.

Current trends in coronary surgery: a critical analysis through the prism of our own experience

Уважаемые коллеги!

Представляем вашему вниманию четвертый выпуск журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия» за 2024 год. В этом номере собраны уникальные материалы, включающие оригинальные исследования в области инновационных методов лечения, аналитический обзор современных тенденций в кардиохирургии, а также разбор клинического случая, демонстрирующего успешное применение малоинвазивных технологий у пациентов с множественной сопутствующей патологией.

Выпуск продолжает традицию освещения ключевых аспектов миниинвазивного подхода в лечении сердечно-сосудистых заболеваний, уделяя особое внимание сложным клиническим ситуациям и персонализированной тактике ведения больных.

Открывает номер исследование Изотова Д.А., Рядового И.Г., Саховского С.А., Семеновой Ю.В., Анискевича Г.В., Спириной Е.А., Попцова В.Н., Миронкова Б.А. была оценка динамики основных показателей центральной гемодинамики после транскатетерной имплантации аортального клапана (TAVI) у пациентов с тяжелым аортальным стенозом и сниженной сократительной функцией левого желудочка. Данные инструментальных методов исследования, проведенных ими в послеоперационном периоде, свидетельствовали о высоком уровне технического и клинического успеха выполнения TAVI у пациентов со сниженной сократительной функцией левого желудочка.

Работа Б.Н. Козлова, Д.С. Панфилова, В.А. Лукинова, Н.О. Панфиловой, Е.В. Лелика описывает традиционный и гибридный способы реконструкции дуги аорты при аортальном расслоении. В ней проведена сравнительная оценка ранних и отдаленных исходов у пациентов с расслоением аорты, которым выполнялась процедура

«замороженного хобота слона» или реконструкция дуги аорты, подтвердившая, что методика «замороженного хобота слона» в лечении пациентов с расслоением аорты является перспективной и характеризуется удовлетворительными ранними и отдаленными результатами у данной категории больных.

В статье Комарова Р.Н., Исмаилбаева А.М., Даначева А.О. на основании обзоров и обобщений результатов крупных мета-анализов и наблюдательных исследований было продемонстрировано снижение операционной смертности на 40-50%, сокращение сроков пребывания в стационаре и снижение частоты осложнений (инфекций, острого повреждения почек, кровопотери) при использовании минимально инвазивных стратегий. Особое внима-



ние было уделено техническим аспектам хирургического доступа, показаниям, ограничениям и будущим перспективам. Кроме того, в статье подтверждается высокая эффективность и безопасность малоинвазивных процедур в повторной кардиохирургии и подчеркивается важность индивидуального подхода с участием мультидисциплинарной команды.

Работа Е.Д. Стребковой, Е.А. Артюхиной, А.Ш. Ревивили и описывает неинвазивную диагностику и гибридное лечение фибрилляции предсердий. Представленный авторами обзор

литературы освещает основные направления неинвазивного кардиологического моделирования аритмий и современные подходы к лечению непароксизмальной фибрилляции предсердий.

Следующая статья Пустовойтова А.В., Ерахтина П.Е., Кузнецова А.В., Мызникова А.В., Каптюка Г.И., Билоуса Е.А., Певнева А.А., Урманова И.В. описывает клинический случай симультанного протезирования корня аорты, аортального клапана с реимплантацией коронарных артерий, восходящей части, дуги и части восходящей аорты с протезированием клапана БЦК, содержащего гомографт, у пациента с хронической аортальной диссекцией типа Де-Бейки II. Представленный клинический случай демонстрирует, что криоконсервированные сосудистые клапаносодержащие гомографты показывают хорошие непосредственные и долгосрочные результаты при пороках сердца, требующих замены нативного аортального клапана и аорты. Более того, использование поперечной торакотомии типа «ракушка» обеспечивает хорошую визуализацию грудной аорты при необходимости одновременного вмешательства на

И завершает номер статья И. В. Жбанова о современных тенденциях в коронарной хирургии: критический анализ через призму собственного опыта. На основе детального анализа состояния современной коронарной хирургии было показано, что уровень ее развития в Российском научном центре хирургии имени академика Б.В. Петровского соответствует всем ее современным тенденциям.

Мы уверены, что материалы этого выпуска журнала станут для вас ценным инструментом в ежедневной практике.

Каждая публикация – это не просто актуальные данные, а шаг вперед в совершенствовании кардиоваскулярной помощи. Мы стремимся к тому, чтобы малоинвазивные технологии стали еще более доступными, безопасными и эффективными, открывая новые возможности для лечения пациентов.

*Главный редактор,
академик РАН А.Ш. Ревивили*

ТРАНСКАТЕТЕРНОЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЕ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА У ПАЦИЕНТОВ СО СНИЖЕННОЙ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА

Изотов Д.А., Рядовой И.Г., Саховский С.А., Семенова Ю.В., Анискевич Г.В.,
Спирина Е.А., Попцов В.Н., Миرونков Б.Л.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России; Москва, Российская Федерация, ул. Щукинская, д.1, Москва, Российская Федерация, 123182;

Введение: Риск выполнения эндоваскулярных вмешательств при различных формах сердечной патологии существенно ниже, чем при хирургической коррекции аналогичных состояний в условиях искусственного кровообращения.

Цель: оценить динамику основных показателей центральной гемодинамики в результате выполнения транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК) у пациентов с тяжелым аортальным стенозом и снижением сократительной функции левого желудочка.

Материалы и методы: Выполнено 22 операции ТИАК (13 мужчин и 9 женщин) пациентам с тяжелым аортальным стенозом в сочетании с выраженной систолической дисфункцией левого желудочка. Функциональный класс сердечной недостаточности по NYHA: ФК-III – 15 пациентов, ФК – IV – 7 пациентов. Средний возраст составил $65,9 \pm 9,72$ года (от 44 до 78 лет).

Результаты. В среднем на 30% от исходных значений выросла величина ФИ ЛЖ с $27,05 \pm 5,99\%$ до $40,0 \pm 6,1\%$ ($P < 0,001$). Значительно уменьшился объем левого желудочка сердца. Величина КДО ЛЖ снизилась с $183,8 \pm 41,1$ мл. до $144,6 \pm 32,1$ мл ($P < 0,001$). Клинически ярким проявлением улучшения центральной гемодинамики явилось существенное снижение давления в легочной артерии, которое приблизилось к нормальным значениям – $36,59 \pm 5,43$ мм рт.ст, а в исходном состоянии составляло $58,86 \pm 9,75$ мм.рт.ст. ($P < 0,001$). Результаты операции ТИАК у пациентов с тяжелой систолической дисфункцией левого желудочка сердца демонстрируют радикальное улучшение показателей сердечной деятельности. Степень изменения показателей центральной гемодинамики после устранения аортального стеноза отражает уровень функционального резерва миокарда и может служить реальным критерием, определяющим прогноз заболевания.

Заключение: Данные инструментальных методов исследования, выполненных в послеоперационном периоде, свидетельствуют о высоком уровне технического и клинического успеха выполнения ТИАК у пациентов со снижением сократительной функции левого желудочка.

Ключевые слова: транскатетерное протезирование аортального клапана • сердечная недостаточность.

TRANSCATHETER AORTIC VALVE REPLACEMENT IN PATIENTS WITH REDUCED LEFT VENTRICULAR EJECTION FRACTION

Izotov D.A., Ryadovoy I.G., Sakhovskiy S.A., Semenova Y.V., Aniskevich G.V., Spirina E.A., Poptsov V.N., Mironkov B.L.
Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation.

Introduction. The risk of endovascular interventions in various forms of cardiac pathology is significantly lower than in surgical correction of similar conditions under cardiopulmonary bypass.

The aim of the study was to evaluate the dynamics of key indicators of central hemodynamics following transcatheter aortic valve implantation (TAVI) in patients with severe aortic stenosis and reduced left ventricular contractile function.

Materials and methods: 22 TAVI procedures were performed (13 men and 9 women) in patients with severe aortic stenosis combined with severe systolic dysfunction of the left ventricle. The functional class of heart failure according to NYHA was: Class III - 15 patients, Class IV - 7 patients. The average age was 65.6 ± 2.18 years (ranging from 44 to 78 years).

Results. On average, there was a 30% increase in the left ventricular ejection fraction (LVEF) from $27.5 \pm 2.9\%$ to $41.2 \pm 6.1\%$ ($P < 0.001$). There was a significant decrease in left ventricular volume. The left ventricular end-diastolic volume decreased from 176.3 ± 54.2 ml to 140.4 ± 40.1 ml ($P < 0.001$). A significant improvement

in central hemodynamics was confirmed by a substantial reduction in pulmonary artery pressure, which approached normal values - 34.3 ± 1.3 mmHg, compared to the initial value of 65 ± 2.4 mmHg ($P < 0.001$). The results of TAVI in patients with severe systolic dysfunction of the left ventricle demonstrate a radical improvement in cardiac performance. The degree of change in central hemodynamic parameters after the elimination of aortic stenosis reflects the level of myocardial functional reserve and may serve as a real criterion for determining of the prognosis of the disease.

Conclusion: Data from instrumental investigations performed in the postoperative period indicate a high level of technical and clinical success in performing TAVI in patients with reduced left ventricular contractile function.

Keywords: transcatheter aortic valve implantation • heart failure.

Для корреспонденции: Изотов Дмитрий Александрович. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д.1. Тел. (926) 184-20-65. E-mail: mskiworker@gmail.com

Corresponding author: Dmitrii Izotov. Address: 1, Schukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. Phone: (926) 184-20-65. E-mail: mskiworker@gmail.com

Введение

Стеноз аортального клапана – это наиболее частое дегенеративное клапанное поражение, причем его распространенность возрастает по мере старения населения 1. Снижение сократительной функции левого желудочка $< 50\%$ встречается у четверти пациентов с тяжелым аортальным стенозом и является важным предиктором неблагоприятного прогноза, в том числе, при асимптомном течении заболевания 1–4.

Систолическая дисфункция при тяжелом аортальном стенозе имеет многофакторную этиологию 5. В ряде случаев, снижение сократительной функции вызвано не самим аортальным пороком, а миокардиальной дисфункцией вследствие ишемического поражения или другой кардиомиопатии 6.

В большинстве случаев, хирургическое протезирование аортального клапана в условиях искусственного кровообращения у пациентов с аортальным стенозом и снижением сократительной функции левого желудочка сопряжено с высоким риском осложнений и не рассматривается 5,7. В связи с этим, предпочтительной тактикой оперативного лечения данной категории пациентов является выполнение транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК) 8. Исследование 2022 года, сравнивающее исходы хирургического и транскатетерного протезирования аортального клапана у пациентов со снижением сократительной функции левого желудочка (876 пациентов в группе хирургического протезирования и 452 пациента в группе транскатетерного протезирования), показало, что 30-дневная летальность была выше в группе хирургического лечения (7,8% против 3,1% в группе транскатетерного протезирования, $p = 0,038$). При этом выживаемость пациентов через 1 год и 4 года после операции была сопоставима между группами (87,5% и 65,9% после транскатетерного вмешательства и 83,9% и 69,6% после хирургического вмешательства, $p = 0,964$) 9.

Медикаментозная терапия у данной категории пациентов чаще не вызывает значимого клинического улучшения и не влияет на прогноз заболевания 5. Jonathan J Passeri и соавт. в своем исследовании 342 пациентов с тяжелым аортальным стенозом и снижением фракции выброса левого желудочка ниже 50%, не подходящих для хирургического лечения в условиях искусственного кровообращения, выявили улучшение сократительной функции более чем на 10% у 48,7% пациентов после транскатетерного протезирования аортального клапана и только у 30,4% на фоне приема оптимальной медикаментозной терапии (оценка сократительной функции проводилась через 30 дней после начала приема оптимальной медикаментозной терапии) 10.

Таким образом, проведенные ранее исследования, продемонстрировали преимущество транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК) перед оптимальной медикаментозной терапией и хирургическим протезированием аортального клапана у пациентов с тяжелым аортальным стенозом и снижением сократительной функции левого желудочка. Данная статья демонстрирует практику транскатетерного протезирования аортального клапана пациентам со сниженной сократительной функцией левого желудочка с оценкой ближайших послеоперационных результатов на примере работы одного медицинского центра.

Материалы и методы:

Выполнено 22 операции ТИАК (13 мужчин и 9 женщин) с тяжелым аортальным стенозом в сочетании с выраженной систолической дисфункцией левого желудочка. Функциональный класс сердечной недостаточности по NYHA: ФК-III – 16 пациентов, ФК – IV – 6 пациентов. Средний возраст составил $65,8 \pm 9,72$ года (от 44 до 78 лет).

Всем пациентам выполняли ЭКГ, ЭхоКГ, с определением объемных характеристик камер

сердца, систолической функции ЛЖ, определение уровня систолического давления в лёгочной артерии, доплерометрических характеристик клапанного аппарата сердца, с оценкой систолического и среднего градиента давления, а также стратификацией выраженности аортального стеноза при помощи индексов DVI, AT/ET, ELI и площади остаточного просвета аортального клапана. На аппарате EPIQ (Diagnostic ultrasound system, Philips) для оценки состояния коронарного русла выполняли полипроекционную коронарографию ALLURA XPER (Phillips). Для определения размера протеза и артерии хирургического доступа выполняли мультиспиральную компьютерную томографию, синхронизированную с ЭКГ и контрастным усилением на Revolution EVO (GE Healthcare), с последующей обработкой изображений в программе 3Mensio.

Во всех случаях, операцию выполняли трансфеморальным доступом, пункционно, с применением двух ушивающих устройств PERCLOSE Proglide, Abbott. Операции ТИАК в 19 случаях выполнены под местной анестезией (Sol. Novocaini) с внутривенной седацией. В 3 случаях потребовалось применение комбинированного эндотрахеального наркоза.

Для обеспечения сверхчастой электрокардиостимуляции на разных этапах операции, эндокардиальный электрод устанавливали в полости правого желудочка сердца, используя трансюгулярный доступ во всех случаях. Имплантированы следующие протезы: Core Valve – 13 (размер 26 - 1; размер 29 - 7; размер 34 - 5); Acurate – 3 (размер "М" - 1; размер "L" – 2); MyVal - 6 (размер 26 - 1; размер 27,5 - 1; размер 29 - 3; размер 32 - 1).

Результаты.

Результаты коронарографии определили необходимость выполнения эндоваскулярной коррекции коронарного поражения в 7 случаях, которые были выполнены на пердварительном этапе.

Ведущим в сопутствующей патологии, определяющей противопоказания к выполнению коррекции порока в условиях искусственного кровообращения, явилась систолическая дисфункция миокарда – ФВ Лж 27,05 ± 5,99%. Кроме того, лёгочная гипертензия более 65 мм. рт.ст. наблюдалась в половине случаев, а средняя величина в группе составила 58,8 ± 9,75 мм рт.ст. Другими значимыми коморбидными заболеваниями явились сахарный диабет у 10 пациентов, хроническая болезнь почек выше четвертой стадии у 7 пациентов и тяжелая форма хронической обструктивной болезни почек у троих. У отдельных пациентов были ранее перенесенные кардиохирургические вмешательства, состояния после комбинированной терапии, в том числе лучевой, онкологических заболеваний, локализованных в грудной клетке, высокий (30-35) индекс массы тела и др.

В двух случаях, пациенты находились на механической поддержке кровообращения – вено-артериальный обход желудочков, дополненный экстракорпоральной мембранной оксигенацией (в-а ЭКМО). В одном случае, пациенту планировалось выполнение трансплантации сердца (ТС). После стернотомии и частичного кардиолиза (АКШ в анамнезе), была визуализирована восходящая аорта с признаками тяжёлого атероматоза с множественными включениями агломератов солей кальция, было принято решение о невозможности безопасной мобилизации задней стенки аорты, вмешательство прекращено. Пациент находился на в-а ЭКМО 2 суток в ожидании ТИАК, которая была технически успешно выполнена. В другом случае, пациентка 52 лет, которой было отказано в выполнении ТС из-за наличия противопоказаний, выполнена имплантация системы в-а ЭКМО и затем ТИАК с положительным гемодинамическим эффектом, в том числе без неврологического дефицита. В остальных случаях, пациенты не рассматривались в качестве кандидатов для других способов хирургической коррекции, в том числе ТС, в связи с наличием сопутствующей патологии.

Во всех случаях, транскатетерная имплантация протеза в аортальную позицию была выполнена успешно и не сопровождалась осложнениями, связанными с артерией доступа. Динамика показателей функционального состояния ЛЖ сердца в результате протезирования аортального клапана представлена в таблице. Протезирование аортального клапана обеспечило практически абсолютное устранение систолического градиента давления с 87,2 мм рт.ст. (min – 30, max -135) до 8,7 мм рт.ст. (min – 3, max -15) и обеспечило свободный выброс ударного объема сердца. У всех пациентов наблюдали значимые положительные изменения внутрисердечной гемодинамики. В среднем, на 30% от исходных значений выросла величина ФИ ЛЖ с $27,05 \pm 5,99\%$ до $40,0 \pm 7,12\%$ ($P < 0,001$). Значительно уменьшился объем левого желудочка сердца. Величина КДО ЛЖ снизилась с $183,8 \pm 41,15$ мл. до $144,5 \pm 32,07$ мл ($P < 0,001$).

Клинически ярким проявлением улучшения центральной гемодинамики явилось существенное снижение давления в легочной артерии, которое приблизилось к нормальным значениям $36,59 \pm 5,43$ мм рт.ст, а в исходном состоянии составляло $58,86 \pm 9,75$ мм.рт.ст. ($P < 0,001$)

Данные результаты зафиксированы на 3 - 5 сутки после ТИАК с дальнейшей тенденцией к улучшению оцениваемых показателей. В 3 случаях в раннем послеоперационном периоде выполнена имплантация постоянного ЭКС в связи с развитием полной поперечной блокады у пациентов, которым были имплантированы большие протезы: Core Valve ER -34, MyVal размер 32 и 29.

Следует отметить клинический случай пациента Ф. 52 лет, в ходе обследования которого были

Таблица. Динамика показателей функционального состояния ЛЖ сердца в результате протезирования аортального клапана.

Table. The dynamics of left ventricular functional status as a result of aortic valve replacement.

Показатели	M ± SD	n	min	max
Возраст, лет	65,86 ± 9,72	22	44,00	78,00
Фв % до	27,05 ± 5,99%	22	18,00	36,00
Кдо мл. до	183,82 ± 41,15	22	90,00	240,00
Лг мм. рт. ст. до	58,86 ± 9,75	22	40,00	75,00
Фв% после	40,00 ± 7,12%	22	25,00	50,00
Кдо мл. после	144,55 ± 32,07	22	80,00	190,00
Лг мм. рт. ст. после	36,59 ± 5,43	22	25,00	45,00
Дни п/о	10,59 ± 2,54	22	7,00	15,00

Примечание: ФВ - фракция выброса; КДО – конечно- диастолический объём; ЛГ - лёгочная гипертензия; п/о - после операции.

выявлены абсолютные противопоказания для выполнения ТС. Кроме того, в ходе рассмотрения пациента в качестве претендента для ТИАК, по данным МСКТ определен большой диаметр фиброзного кольца аортального клапана, что потребовало использования технологии «oversize» максимального размера эндоваскулярного протеза. Два случая (пациенты на 13 и 18 сутки после протезирования в связи с развитием полиорганной недостаточности, не взирая на технический успех ТИАК, подтверждённый положительной динамикой показателей сердечной деятельности. Среднее количество койко-дней после ТИАК составило 10,59 ± 2,54 дней.

Максимальный срок наблюдения составил 4 года у части пациентов, которые проходили контрольные обследования, и в настоящий момент их клинический статус не предполагает выполнение ТС в ближайшей перспективе. В отношении остальных пациентов данной группы применена тактика динамического наблюдения.

Обсуждение:

Представленные результаты операции ТИАК у пациентов с тяжелой систолической дисфункцией левого желудочка сердца и сопутствующей патологией, ограничивающими или даже препятствующими выполнению хирургических вмешательств в условиях искусственного кровообращения, демонстрируют радикальное улучшение показателей сердечной деятельности, которые определяют клинический результат. Увеличение

фракции изгнания ЛЖ за счет преимущественного уменьшения величины конечного диастолического объема сопровождается радикальным снижением давления в малом круге кровообращения и связано, в первую очередь, со снижением диастолического давления в левом желудочке 11. Выраженность положительной динамики показателей центральной гемодинамики после установления аортального стеноза отражает степень функционального резерва миокарда и может служить реальным критерием, определяющим прогноз заболевания.

Современные нитиноловые, биологические протезы для транскатетерного протезирования являются достаточно надёжными устройствами. Однако, в связи с некоторыми техническими особенностями, такими как ограниченный максимально допустимый диаметр, не могут быть имплантированы в фиброзное кольцо большого диаметра, что нередко встречается при дилатации полостей сердца у пациентов с застойной сердечной недостаточностью 2. Использование баллонорасширяемых протезов позволяет расширить показания к выполнению ТИАК.

Отсутствие осложнений на всех этапах госпитального периода демонстрирует определённую безопасность метода ТИАК у данной категории пациентов.

Заключение:

Данные инструментальных методов исследования, выполненных в послеоперационном периоде, свидетельствуют о высоком уровне техниче-

ского и клинического успеха выполнения ТИАК у пациентов со снижением сократительной функции левого желудочка. Отсутствие осложнений,

связанных с операцией и в раннем послеоперационном периоде, демонстрирует относительную безопасность ТИАК.

Список литературы

1. Kamperidis V, Delgado V, van Mieghem NM, Kappetein AP, Leon MB, Bax JJ. Diagnosis and management of aortic valve stenosis in patients with heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2016;18(5):469-481. doi:10.1002/ehf.466
2. Dahl JS, Eleid MF, Michelena HI, et al. Effect of left ventricular ejection fraction on postoperative outcome in patients with severe aortic stenosis undergoing aortic valve replacement. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2015;8(4):e002917. doi:10.1161/CIRCIMAGING.114.002917
3. Henkel DM, Malouf JF, Connolly HM, et al. Asymptomatic left ventricular systolic dysfunction in patients with severe aortic stenosis: characteristics and outcomes. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(22):2325-2329. doi:10.1016/j.jacc.2012.08.988
4. Spiliadis N, Martyn T, Denby KJ, Harb SC, Popovic ZB, Kapadia SR. Left Ventricular Systolic Dysfunction in Aortic Stenosis: Pathophysiology, Diagnosis, Management, and Future Directions. *Struct Heart*. 2022;6(5):100089. doi:10.1016/j.shj.2022.100089
5. Steiner J, Rodés-Cabau J, Holmes DR, LeWinter MM, Dauerman HL. Mechanical Intervention for Aortic Valve Stenosis in Patients With Heart Failure and Reduced Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(24):3026-3041. doi:10.1016/j.jacc.2017.10.040
6. Spitzer E, Ren B, Kroon H, et al. Moderate Aortic Stenosis and Reduced Left Ventricular Ejection Fraction: Current Evidence and Challenges Ahead. *Front Cardiovasc Med*. 2018;5:111. doi:10.3389/fcvm.2018.00111
7. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European heart journal*. 2017;38(36):2739-2786. doi:10.1093/EURHEARTJ/EHX391
8. Bavishi C, Kolte D, Gordon PC, Abbott JD. Transcatheter aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis and heart failure. *Heart Fail Rev*. 2018;23(6):821-829. doi:10.1007/s10741-018-9726-8
9. Jalava MP, Savontaus M, Ahvenvaara T, et al. Transcatheter and surgical aortic valve replacement in patients with left ventricular dysfunction. *J Cardiothorac Surg*. 2022;17:322. doi:10.1186/s13019-022-02061-9
10. Passeri JJ, Elmariah S, Xu K, et al. Transcatheter aortic valve replacement and standard therapy in inoperable patients with aortic stenosis and low EF. *Heart*. 2015;101(6):463-471. doi:10.1136/heartjnl-2014-306737
11. Ричард Э. Клабунде/ перевод с англ. Под ред. Сухова В.К. Принципы сердечно-сосудистой системы / «Cardiovascular Physiology Concepts» – СПб: «Экстен Медикал», 2021. – 416 с. ISBN 978-5-6047163-1-1

«ТРАДИЦИОННЫЙ» И ГИБРИДНЫЙ ПОДХОДЫ В ХИРУРГИИ ДУГИ АОРТЫ ПРИ АОРТАЛЬНОМ РАССЛОЕНИИ

Хирургия расслоения дуги аорты

Б.Н. Козлов¹, Д.С. Панфилов¹, В.Л. Лукинов², Н.О. Панфилова³, Е.В. Лелик¹✉

¹ НИИ кардиологии Томского НИМЦ, ул. Киевская д. 111А, г. Томск, Томская обл.,
Российская Федерация, 634012

² Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН), проспект академика Лаврентьева д. 6, г. Новосибирск,
Российская Федерация, 630090

³ ГБУЗ Новокузнецкая городская клиническая больница № 29 им. А. А. Луцка, ул. Мориса Тореза д. 22Ж,
Новокузнецк, Кемеровская обл., Российская Федерация, 654038

Основные положения

Проведен сравнительный анализ ранних и среднесрочных результатов хирургической реконструкции дуги аорты с использованием технологии «замороженный хобот слона» и без нее у пациентов с расслоением аорты.

Технология «замороженный хобот слона» при лечении больных с расслоением аорты является перспективным видом лечения и характеризуется удовлетворительными ранними и отсроченными результатами у данной категории лиц.

Резюме

Цель: Провести сравнительный анализ ранних и среднесрочных результатов хирургической реконструкции дуги аорты с использованием технологии «замороженный хобот слона» и без нее у пациентов с расслоением аорты.

Материалы и методы: В ретроспективное исследование включено 72 пациента с острым и хроническим расслоением аорты, перенесших хирургическое лечение. Все пациенты были разделены на две группы. I группу пациентов (non-FET, n=17) составили пациенты, которым была выполнена «традиционная» реконструктивная операция без использования технологии «замороженный хобот слона». Во II группу пациентов (FET, n=55) были включены пациенты, которым было выполнено реконструктивное хирургическое вмешательство с использованием технологии «замороженный хобот слона». Проведен сравнительный анализ ранних и среднесрочных послеоперационных результатов.

Результаты: В раннем послеоперационном периоде в группах non-FET и FET частота преходящих неврологических осложнений составили 0 против 3,6% ($p>0,999$) и церебральных инсультов – 0 против 3,6% ($p>0,999$). Параличи не было отмечено ни в одной из групп. Потребность в продленной дыхательной поддержке после операции зафиксирована в 82,4% случаев у пациентов группы non-FET и в 17,6% в группе FET ($p<0,001$). Острое повреждение почек было диагностировано у 17,6% и 5,9% в группах non-FET и FET соответственно ($p=0,601$).

Ранняя послеоперационная летальность в группе non-FET составила 17,6%, в группе FET – 7,3% ($p=0,344$). Выживаемость пациентов в течение 5 лет после операции составила 71% в группе non-FET, в группе FET – 76%. Свобода от дистальных аортальных реинтервенций составила 86% в группе non-FET и 100% в группе FET ($p=0,861$). Свобода от негативного ремоделирования торакоабдоминальной аорты в группах non-FET и FET достиг значений оцениваемый показатель был сопоставим, не выходя за пределы 62 и 62% соответственно ($p=0,875$).

Заключение: Технология «замороженный хобот слона» при лечении больных с расслоением аорты является перспективным видом лечения и характеризуется удовлетворительными ранними и отсроченными результатами у данной категории лиц.

Ключевые слова: расслоение аорты • дуга аорты • «хобот слона» • «замороженный хобот слона» • летальность • реоперация • негативное ремоделирование

Поступила в редакцию: 16.10.2023; поступила после доработки: 06.11.2023; принята к печати: 20.11.2023

Для корреспонденции: Лелик Евгения Владимировна, e-mail: eva00@list.ru; адрес: НИИ кардиологии Томского НИМЦ, ул. Киевская д. 111А, г. Томск, Томская обл., Российская Федерация, 634012

CONVENTIONAL AND HYBRID AORTIC ARCH REPAIR FOR AORTIC DISSECTION

Aortic Dissection Repair

B.N. Kozlov¹, D.S. Panfilov¹, V.L. Lukinov², N.O. Panfilova³, E.V. Lelik¹✉

¹ Research Institute of Cardiology, Tomsk National Research Medical Center, Kyiv St. 111A, Tomsk, Tomsk Region, Russian Federation, 634012

² Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IBMiMG SB RAS), Academician Lavrentyev Ave. 6, Novosibirsk, Russian Federation, 630090

³ State Healthcare Institution Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 29 named after A.A. Lutsik, Maurice Thorez St. 22Zh, Novokuznetsk, Kemerovo Region, Russian Federation, 654038

Central Message

A comparative assessment of the early and long-term outcomes of patients with aortic dissection undergoing either the frozen elephant trunk procedure or the aortic arch reconstruction was performed.

The frozen elephant trunk procedure is a promising alternative to treat patients with aortic dissection that has demonstrated optimal early and long-term results.

Abstract

Aim: To conduct comparative analysis of the early and long-term results of surgical reconstruction of the aortic arch with and without the “Frozen elephant trunk” technique in patients with aortic dissection.

Methods: A retrospective study has been conducted, 72 patients with acute and chronic aortic dissection who underwent surgical treatment were enrolled. All patients were divided into two groups. Group I (non-FET, n=17) consisted of patients who underwent conventional reconstructive surgery without using the “Frozen elephant trunk” technique. Group II (FET, n=55) included patients who underwent the “Frozen elephant trunk” procedure. A comparative analysis of early and mid-term postoperative results was carried out.

Results: In the early postoperative period in the non-FET and FET groups, the incidence of transient neurological complications was 0 vs. 3.6% ($p>0.999$) and cerebral stroke was 0 vs. 3.6% ($p>0.999$). Paraplegia was not noted in any of the groups. The need for prolonged respiratory support after surgery was recorded in 82.4% of cases in patients in the non-FET group and in 17.6% in the FET group ($p<0.001$). Acute kidney injury was diagnosed in 17.6% and 5.9% in the non-FET and FET groups, respectively ($p=0.601$).

Early postoperative mortality in the non-FET group was 17.6%, in the FET group – 7.3% ($p=0.344$). Patient survival for 5 years after surgery was 71% in the non-FET group and 76% in the FET group. Freedom from distal aortic reintervention was 86% in the non-FET group and 100% in the FET group ($p=0.861$). Freedom from negative remodeling of the thoracoabdominal aorta in the non-FET and FET groups reached comparable values, not exceeding 62 and 62%, respectively ($p=0.875$).

Conclusion. The “Frozen elephant trunk” technique in the treatment of patients with aortic dissection is promising and characterized by satisfactory early and long-term results in this category of patients.

Keywords: aortic dissection • aortic arch • elephant trunk • frozen elephant trunk • mortality • reoperation • negative remodeling

Received: 16.10.2023; review round 1: 06.11.2023; accepted: 20.11.2023

Corresponding author: Lelik Evgenia V., e-mail: eva00@list.ru; address: Research Institute of Cardiology, Tomsk National Research Medical Center, Kyiv St. 111A, Tomsk, Tomsk Region, Russian Federation, 634012

Введение

На сегодняшний день хирургическая реконструкция дуги аорты при её расслоении является одним из актуальных вопросов в кардиохирургии. «Золотым стандартом» оперативного вмешательства при таком поражении является протезирование [1]. Однако объем необходимого хирургического вмешательства является до конца нерешенной проблемой.

Предложенная Borst H.G. процедура «хобот слона» зарекомендовала себя как адекватный способ протезирования дуги аорты, которая упрощает дальнейшую реконструкцию торакоабдоминального отдела аорты, что является одним из важных преимуществ перед традиционным протезированием дуги аорты [2]. Одновременно с этим двухэтапное вмешательство имеет серьезный недостаток: высокую летальность не только после второго этапа (2,6–33%), но также в период ожидания операции (9–25%) [3]. Альтернативным вариантом вмешательства на дуге аорты является процедура «замороженный хобот слона», при которой сочетаются открытый и эндоваскулярный этапы лечения. Первые непосредственные результаты продемонстрировали высокую эффективность и перспективность такого подхода [4,5]. Однако, в отдаленной перспективе результаты применения данной технологии изучены недостаточно [6,7].

Целью исследования является сравнение ранних и среднесрочных результатов хирургической реконструкции дуги аорты с использованием технологии «замороженный хобот слона» и без нее у пациентов с расслоением аорты.

Материалы и методы

В одноцентровое ретроспективное исследование включено 72 пациента с острым и хроническим расслоением аорты типов А и В по Стэнфордской классификации, перенесших хирургическое лечение в нашем центре в период с января 2008 по декабрь 2018 гг. Все пациенты были разделены на две группы в зависимости от проведенного объема вмешательства. I группу пациентов (non-FET, n=17) составили пациенты, которым была выполнена «традиционная» реконструктивная операция без использования технологии «замороженный хобот слона». Во II группу пациентов (FET, n=55) были включены пациенты, которым было выполнено реконструктивное хирургическое вмешательство с использованием технологии «замороженный хобот слона».

Все данные собирались до операции, на интраоперационном этапе, а также в раннем и отсроченном послеоперационном периодах. В отсроченном периоде наблюдения сбор данных осуществлялся на основании визитов пациентов в стационар с проведением инструментальных

обследований. При невозможности госпитализации в стационар данные обследования пациентов были получены из копий медицинских обследований, заключений проведенных методов обследования, заполненных опросников, присланных по почте, в том числе, электронной. Критериями исключения из исследования были: онкологические заболевания III–IV стадий, терминальная хроническая сердечная недостаточность, острый инфаркт миокарда, не обусловленный острой аортальной патологией, геморрагический инсульт.

Мультиспиральная компьютерная томография

Мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) аорты выполняли на 64-срезовом сканнере GE Discovery NM/CT 570C (General Electric Healthcare, США) со следующими параметрами: 200 мА 120 кВт. Изображения были реконструированы с толщиной среза 1,25 мм. Каждое сканирование начинали с бесконтрастного режима исследования от угла нижней челюсти до тазобедренного сустава, затем выполняли контрастный режим исследования той же области. Инъекцию контрастного вещества (Йомерон 400) со скоростью 4 мл/с проводили через локтевую вену правой руки при помощи автоматического инжектора. Общий объем контраста рассчитывали в зависимости от веса пациента в расчете 1 мл/1 кг. Задержка сканирования ранней фазы составляла 15–20 с, отсроченной фазы – 120–180 с. С целью лучшей визуализации корня аорты и восходящего отдела, а также для исключения артефактов выполняли ЭКГ-синхронизированное исследование от угла нижней челюсти до диафрагмы.

Для анализа ремоделирования аорты была использована сегментарная схема, где сегмент А – расстояние от дистального аортального анастомоза до уровня левого предсердия (у больных группы FET это соответствовало уровню имплантированного стент-графта), сегмента В – интервал от нижнего края стент-графта до уровня чревного ствола (или от уровня левого предсердия до чревного ствола у пациентов группы non-FET), сегмент С – участок сегмент аорты от уровня чревного ствола до бифуркации аорты.

Всем пациентам выполняли МСКТ-аортографию с контрастированием на одних и тех же уровнях измерения до и после хирургического вмешательства. Оценка и анализ полученных результатов всех исследований базировались на основе консенсуса между двумя опытными специалистами. У выписанных из стационара пациентов последующие контрольные исследования выполняли через каждые 6 месяцев в течение первого года, затем ежегодно.

У всех пациентов оценивали степень тромбоза ложного канала в торакоабдоминальном отделе аорты. Для оценки динамики состояния торако-

абдоминальной аорты после аортальных вмешательств (общий, истинный и ложный каналы) использовали классификацию, в которой выделяли позитивное, стабильное и негативное ремоделирование. Позитивное ремоделирование аорты определяли при увеличении размеров истинного канала на 10% от исходного уровня на фоне стабильного общего просвета аорты или сокращения его на 10%. К стабильному ремоделированию аорты отнесены состояния, при которых изменения общего или ложного просвета не превышали 10% от исходных значений. Негативное ремоделирование аорты оценивали при уменьшении размеров истинного канала или при увеличении общего просвета аорты более чем на 10%.

Техника хирургического вмешательства

Хирургическое вмешательство проводили в условиях умеренной гипотермии (25–28 °C) и унилатеральной антеградной церебральной перфузии головного мозга (АПГМ) через брахиоцефальный ствол со скоростью потока 8–10 мл/кг.

У пациентов группы non-FET после достижения целевой температуры и инициации циркуляторного ареста открывали просвет дуги аорты, верифицировали истинный и ложный каналы аорты. Иссекали интимомедиальный лоскут на максимальном протяжении и затем опускали инвагинированный сосудистый протез в нисходящую аорту на расстояние 5–8 см. Затем формировали дистальный аортальный анастомоз за левой подключичной артерией. После завершения формирования анастомоза осуществляли обратную тракцию сосудистого протеза.

У пациентов группы FET после вскрытия просвета аорты проводили ревизию аорты с верификацией истинного и ложного каналов и антеградно погружали гибридный стент-графт (E-vita Open Plus (Jotec GmbH, Германия) и МедИнж (ЗАО «НПП МедИнж», Россия) в истинный канал нисходящего отдела аорты. При всех операциях имплантировали гибридный протез с длиной стент-графта 150 мм. Диаметр графта варьировал от 24 до 30 мм. Затем извлекали систему доставки стент-графта и осуществляли шовную фиксацию проксимальной части стент-графта к стенке дуги аорты. После выполнения дистального анастомоза осуществляли тракцию сосудистого протеза из стент-графта, и имплантировали стент-графт в нисходящую аорту, фиксируя его к стенке аорты непрерывным швом.

После этого реимплантировали супрааортальные сосуды. У больных с расслоением аорты в группе FET реконструкцию супрааортальных сосудов осуществляли преимущественно с применением наиболее быстрой и удобной «островковой» техники (76,5%). Полный дебринг дуги аорты в группе FET выполняли достоверно реже (5,9%) по сравнению с группой non-FET (52,9%) ($p=0,007$). По завершении данного этапа возобновляли искусственное кровообращение (ИК) с одно-

временным согреванием пациента. В этот период реконструировали проксимальный отдел аорты и при необходимости выполняли сопутствующие кардиохирургические вмешательства. В 17(23,6%) случаях были выполнены сочетанные кардиохирургические вмешательства. Так, в 5(6,9%) случаях пациентов с расслоением аорты было выполнено шунтирование коронарных артерий. У 11(15,3%) пациентов была проведена одномоментная реконструкция корня аорты (процедура Bentall-DeBono), из них в 5(45%) случаях данная процедура была выполнена в сочетании с аорто-коронарным шунтированием. В 1(1,4%) случае потребовалось протезирование аортального клапана. У 7 (9,7%) человек был выполнен повторный доступ к сердцу вследствие проведенного ранее кардиохирургического вмешательства.

Статистический анализ

Все статистические расчёты проводились в программе Rstudio 1.0.136, (RStudio, Inc., США) на языке R (версии 3.3.1).

Эмпирические распределения данных испытывались на согласие с законом нормального распределения по критериям Шапиро – Уилка. Для показателей, характеризующих качественные признаки, указывалось абсолютное число (n) и относительная величина (%). Количественные показатели, подчиняющиеся нормальному закону распределения, описывали с помощью среднего значения (M) и стандартного отклонения ($\pm SD$). При неизвестном законе распределения данных дескриптивные характеристики были представлены в виде медианы (Me) [первый квартиль; третий квартиль] для числовых данных, процент [нижняя граница 95% ДИ; верхняя граница 95% ДИ] для категориальных данных с вычислением границ доверительных интервалов (ДИ) по формуле Вильсона. Для статистической проверки гипотез о равенстве числовых характеристик выборочных распределений в двух сравниваемых группах использовался непарный U-критерий Манна-Уитни. Для сравнения числовых характеристик выборочных распределений более чем в двух независимых группах использовали критерий Фридмана. Для сравнения бинарных и категориальных показателей применялся точный двусторонний критерий Фишера.

Вследствие разнородности дооперационных показателей в когорте пациентов было применено выравнивание больных методом псевдорандомизации (Propensity score matching) по методу «ближайшего соседа» (Nearest Neighbor Matching). После вычисления баллов склонности пациенты были секвенированы случайным образом и сопоставлены в соотношении 1:1, используя калибр 0,25.

Анализ выживаемости, свободы от реинтервенций и негативного ремоделирования дистальных отделов аорты у оперированных пациентов проводили по методу Kaplan-Meier, сравнение

Таблица 1. Дооперационные характеристики пациентов
Table 1. Preoperative clinical and demographic data of patients

Показатель / Parameter	До PSM / Before PSM		p	После PSM / After PSM		p	
	non-FET (n=17)	FET (n=55)		non-FET (n=17)	FET (n=17)		
Возраст, лет / Age, years	51,5±14,4	54,5±9,8	0,494	51,5±14,4	50,5±10,9	0,666	
Мужской пол / Males, n (%)	13 (76,5%)	38 (69,1%)	0,762	13 (76,5%)	11 (64,7%)	0,708	
Нозологические формы расслоения аорты / Aortic dissection types							
РА / AD, n (%)	Тип А / Type A	16 (94,1%)	31 (56,4%)	0,004	16 (94,1%)	11 (64,7%)	0,085
	Тип В / Type B	1 (5,9%)	24 (43,6%)		1 (5,9%)	6 (35,3%)	
РА тип А / Type A AD, n (%)	Острое / Acute	9 (52,9%)	12 (21,8%)	0,003	9 (52,9%)	5 (29,4%)	0,093
	Подострое / Subacute	2 (11,8%)	11 (20%)		2 (11,8%)	4 (23,5%)	
	Хроническое / Chronic	5 (29,4%)	8 (14,5%)		5 (29,4%)	2 (11,8%)	
РА тип В / Type B AD, n (%)	Острое / Acute	0	5 (9,1%)	0,037	0	3 (17,6%)	0,1
	Подострое / Subacute	0	8 (14,5%)		0	0	
	Хроническое / Chronic	1 (5,9%)	11 (20%)		1 (5,9%)	3 (17,6%)	
Сопутствующая патология / Comorbidities							
ИБС / CAD, n (%)		0	12 (21,8%)	0,057	0	1 (5,9%)	>0,999
ПИКС / PICS, n (%)		0	3 (5,5%)	>0,999	0	0	>0,999
Синдром Марфана / Marfan syndrome, n (%)		0	2 (3,6%)	>0,999	0	1 (5,9%)	>0,999
Артериальная гипертензия/ Arterial hypertension, n (%)		11 (64,7%)	43 (78,2%)	0,338	11 (64,7%)	14 (82,4%)	0,438
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе / Prior stroke, n(%)		0	3 (5,5%)	>0,999	0	1 (5,9%)	>0,999
Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation, n (%)		1 (5,9%)	8 (14,5%)	0,676	1 (5,9%)	4 (23,5%)	0,335

Недостаточность AoK / AoV insufficiency, n (%)	Нет / None	11 (64,7%)	23 (41,8%)	0,213	11 (64,7%)	6 (35,3%)	0,195
	Легкая / Mild	2 (11,8%)	14 (25,5%)		2 (11,8%)	5 (29,4%)	
	Умеренная / Moderate	1 (5,9%)	1 (1,8%)		1 (5,9%)	0	
	Выраженная / Severe	3 (17,6%)	17 (30,9%)		3 (17,6%)	6 (35,3%)	
Сахарный диабет / Diabetes, n (%)		3 (17,6%)	4 (7,3%)	0,344	3 (17,6%)	2 (11,8%)	1
ХОБЛ / COPD, n (%)		0	4 (7,3%)	0,566	0	0	>0,999
ХБП / CKD, n (%)	1-я степень / grade 1	10 (58,8%)	9 (16,4%)	<0,001*	10 (58,8%)	6 (35,3%)	0,324
	2-я степень / grade 2	3 (17,6%)	28 (50,9%)		3 (17,6%)	4 (23,5%)	
	3-я степень / grade 3	4 (23,5%)	10 (18,2%)		4 (23,5%)	6 (35,3%)	
	4-я степень / grade 4	0	2 (3,6%)		0	1 (5,9%)	
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, µmol/l		76±10,5	108,2±38,8	<0,001	76±10,5	91,4±25,1	0,09

Примечание: AoK – аортальный клапан, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ПИКС – постинфарктный кардиосклероз, РА – расслоение аорты, ХБП – хроническая болезнь почек, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

Note: AoV – aortic valve, CAD – coronary artery diseases, PICS – post-infarction cardiosclerosis, AD – aortic dissection, CKD – chronic kidney disease, COPD – chronic obstructive pulmonary disease

кривых проводили с использованием log-rank теста. Проверку статистических гипотез проводили при критическом уровне значимости $p=0,05$.

Результаты

При анализе антропометрических параметров, а также структуры сопутствующей и фоновой патологии в когорте пациентов не было выявлено значимых межгрупповых различий (табл. 1). Средний возраст пациентов составил 50 лет. Среди пациентов преобладали больные с расслоением аорты типа А. Частота манифестации острой и подострой/хронической формы диссекции аорты была сопоставимой. Артериальная гипертензия была одной из наиболее часто встречающихся фоновых патологий – 75% случаев.

У анализируемой группы пациентов оценивали протяженность диссекции интимомедиального лоскута от уровня проксимальной фенестрации. Так, в 50% случаев дистальный уровень расслоения аорты достигал подвздошно-бедренного сегмента. При этом у 26,4% всех больных с

расслоением аорты диссекция распространялась в ретроградном направлении на проксимальные отделы относительно первичного разрыва интимы (табл. 2).

Интраоперационный период

Анализ интраоперационных характеристик выявил факт статистически значимого сокращения длительности искусственного кровообращения (ИК), циркуляторного ареста и всей операции у пациентов группы FET относительно группы non-FET (таблица 3).

Ранний послеоперационный период

В раннем послеоперационном периоде частота проходящих неврологических осложнений ($p>0,999$) и церебральных инсультов ($p>0,999$) была сопоставима. Стоит отметить, что нарушения мозгового кровообращения со стойким неврологическим дефицитом были диагностированы только у пациентов группы FET. Спинальных осложнений не было отмечено ни в од-

Таблица 2. Протяженность диссекции у обсуждаемых пациентов
Table 2. Aortic dissection length

Показатель / Parameter		До PSM / Before PSM		p	После PSM / After PSM		p
		non-FET (n=17)	FET (n=55)		non-FET (n=17)	FET (n=17)	
Ретроградная диссекция / Retrograde dissection, n (%)		5 (29,4%)	14 (21%)	0,831	5 (29,4%)	5 (29,4%)	0,175
Дистальный уровень РА / Distal AD, n (%)	Aortic arch	7 (41,2%)	6 (10,9%)	0,009*	7 (41,2%)	4 (23,5%)	0,259
	Descending aorta	0	11 (20%)	0,104	0	4 (23,5%)	0,103
	Abdominal aorta	3 (9,4%)	9 (16,4%)	0,714	3 (9,4%)	1 (5,9%)	0,601
	Iliofemoral segment	7 (41,2%)	29 (52,7%)	0,58	7 (41,2%)	8 (47,1%)	>0,999

Примечание: РА – расслоение аорты
Note: AD – aortic dissection

ной из групп.

В группе non-FET были диагностированы 2(11,7%) случая периоперационного инфаркта миокарда, а в группе FET данного осложнения отмечено не было. Однако различия между сравниваемыми группами не достигли порога статистической значимости ($p=0,485$).

Потребность в продленной дыхательной поддержке после операции была значимо чаще отмечена у пациентов группы non-FET (82,4% против 17,6%, $p<0,001$). Увеличение потребности ряда пациентов в искусственной вентиляции легких отразилось на средней продолжительности нахождения больных в палате интенсивной терапии, которая составила в группе non-FET 7 [3; 8] суток, в группе FET – 4 [3; 9] суток ($p=0,703$).

При межгрупповом сравнении не было отмечено различий в частоте реопераций, обусловленных послеоперационными кровотечениями ($p>0,999$).

Острое повреждение почек была диагностирована чаще у больных группы non-FET, чем у пациентов группы FET (17,6% против 5,9%, $p=0,601$).

Ранняя послеоперационная летальность в группе non-FET составила 17,6% (3 случая), а в группе FET – 7,3% (4 случая) ($p=0,344$). Госпитальная летальность в обеих группах также была сопоставима – 17,6% (3 случая) группе non-FET против 14,5% (8 случаев) в группе FET ($p>0,714$). Причинами смерти в раннем послеоперационном периоде были: периоперационный инфаркт миокарда (3 случая) у пациентов группы non-FET, у больных группы FET – разрыв брюшной аорты на 5-е сутки

(1 случай), синдром полиорганной недостаточности (5 случаев), геморрагический шок (2 случая).

Выживаемость больных с расслоением аорты в 30-дневный период после операции в группе non-FET до PSM составила 82%, в группе FET – 93%. После PSM анализируемых групп анализируемый показатель достиг уровня 82% в группе non-FET и 94% в группе FET (Рис. 1, 2).

Среднесрочный послеоперационный период

Оцениваемая кумулятивная выживаемость пациентов в течение 5 лет после операции до PSM составила 76% в группе non-FET и 73% в группе FET (Рис. 3). Причинами смерти больных в среднесрочном периоде в группе non-FET (1 случай) явился разрыв торакоабдоминального отдела аорты через 6 месяцев после операции, в группе FET (4 случая) – тромбоэмболия легочной артерии, сердечная недостаточность, инсульт, сепсис. Таким образом, среди пациентов группы FET не было орто-ассоциированных летальных случаев по сравнению с группой non-FET.

После PSM выживаемость пациентов в соответствии с построенной кривой Kaplan-Meier составила 71% в группе non-FET, в группе FET – 76% (Рис. 4).

В сроки наблюдения до 5 лет ни у одного из пациентов не потребовалось проведения повторных проксимальных аортальных реконструкций. Однако за анализируемый период времени в обеих группах пациентов всего было выполнено 6 повторных вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты: 2(11,8%) – в группе non-FET и 4(7,3%) – в группе FET.

Таблица 3. Интраоперационные характеристики
Table 3. Intraoperative data

До PSM / Before PSM				
Показатель / Parameter	non-FET (n=17)	FET (n=55)	Разница медиан [95% ДИ] / Difference in medians [CI 95%]	p
Время ИК, мин / CPB time, min	391,3±123,8	215,8±63,3	–149 [–180; –115]	<0,001
Сердечный арест, мин / Cross-clamp time, min	146 [144; 200]	150 [104,5; 180]	–16 [–45; 16]	0,418
ЦА, мин / СА, min	56,1±22,1	41,2±15,5	–15 [–25; –2]	0,011
АПГМ, мин / АСР, min	56,1±22,1	61,3±22	5 [–7; 15]	0,367
Продолжительность операции, мин / Duration of surgery, min	664,7±156,7	420,9±107	–260 [–330; –150]	<0,001
После PSM / After PSM				
Показатель / Parameters	non-FET (n=17)	FET (n=17)	Разница медиан [95% ДИ] / Difference in medians [CI 95%]	p
Время ИК, мин / CPB time, min	391,3±123,8	229,8±82,9	–142 [–192; –101]	<0,001
Сердечный арест, мин / Cross-clamp time, min	146 [144; 200]	170 [118; 176]	5 [–44; 27]	>0,999
ЦА, мин / СА, min	56,1±22,1	43,7±17,8	–13 [–26; 3]	0,075
АПГМ, мин / АСР, min	56,1±22,1	59,5±9,7	6 [–10; 17]	0,178
Продолжительность операции, мин / Duration of surgery, min	664,7±156,7	432,4±102,9	–240 [–330; –120]	<0,001

Примечание: АПГМ – антеградная перфузия головного мозга, ДИ – доверительный интервал, ИК – искусственное кровообращение, ОШ – отношение шансов, ЦА – циркуляторный арест

Note: АСР – antegrade cerebral perfusion, CI – confidence interval, CPB – cardiopulmonary bypass, OR – odds ratio, CA – circulatory arrest

Свобода от всех дистальных аортальных реинтервенций до PSM составила 86% в группе non-FET и 84% в группе FET (p=0,514). Однако после псевдорандомизации оцениваемый показатель изменился в пользу процедуры «за-

мороженный хобот слона» – 86% против 100% (p=0,861) (Рис. 5, 6).

Важно подчеркнуть, что в группе non-FET реоперация представляла собой открытое реконструктивное вмешательство на торакоабдоми-

Таблица 4. Ранний послеоперационный период
Table 4. Early postoperative period

До PSM / Before PSM					
Показатель / Parameters	non-FET, n (%) (n=17)	ОШ [95% ДИ] / OR [CI 95%]	FET, n (%) (n=55)	ОШ [95% ДИ] / OR [CI 95%]	p
ТИА / TIA	0	0%; 18%	2 (3,6%)	1%; 12%	>0,999
Инсульт / Stroke	0	0%; 18%	2 (3,6%)	1%; 12%	>0,999
Делирий / Delirium	0	0%; 18%	3 (5,5%)	2%; 15%	>0,999
Параплегия / Paraplegia	0	0%; 18%	0	0%; 10%	>0,999
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction	2 (11,7%)	3%; 34%	0	0%; 7%	0,053
ИВЛ до 7 суток / MV up to 7 days	14 (82,4%)	59%; 94%	18 (32,7%)	22%; 46%	<0,001
Продленная ИВЛ (более 7 суток) / Prolonged MV (over 7 days)	1 (5,9%)	1%; 27%	16 (29,1%)	19%; 42%	0,056
Рестернотомия (кровотечение) / Revision (bleeding)	1 (5,9%)	1%; 27%	2 (3,6%)	1%; 12%	0,560
Острое почечное повреждение / Acute kidney injury	3 (17,6%)	6%; 41%	13 (23,6%)	14%; 36%	0,746
Синдром полиорганной недостаточности / Multiple organ dysfunction	1 (5,9%)	1%; 27%	8 (14,5%)	8%; 26%	0,676
30-дневная летальность / 30-day mortality	3 (17,6%)	6%; 41%	4 (7,3%)	3%; 17%	0,344
Госпитальная летальность / In-hospital mortality	3 (17,6%)	6%; 41%	8 (14,5%)	8%; 26%	0,714

нальном отделе аорты. В группе FET повторная операция заключалась в выполнении рено-висцерального дебрининга и одномоментного протезирования брюшного отдела аорты с последующей имплантацией стент-графтов в торакоабдоминальный отдел аорты.

У обсуждаемых пациентов также оценивали свободу от негативного ремоделирования торакоабдоминальной аорты. Так, в обеих группах до и после PSM в группах non-FET и FET оцениваемый показатель был сопоставим, не выходя за пределы 62–67% (Рис. 7, 8).

После PSM / After pSM					
Показатель / Parameter	non-FET, n (%) (n=17)	ОШ [95% ДИ] / OR [CI 95%]	FET, n (%) (n=17)	ОШ [95% ДИ] / OR [CI 95%]	p
ТИА / TIA	0	0%; 18%	0	0%; 18%	>0,999
Инсульт / Stroke	0	0%; 18%	1 (5,9%)	1%; 27%	>0,999
Делирий / Delirium	0	0%; 18%	1 (5,9%)	1%; 27%	>0,999
Параплегия / Paraplegia	0	0%; 18%	0	0%; 18%	>0,999
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction	2 (11,7%)	3%; 34%	0	0%; 18%	0,485
ИВЛ до 7 суток / MV up to 7 days	14 (82,4%)	59%; 94%	3 (17,6%)	6%; 41%	<0,001
Продленная ИВЛ (более 7 суток) / Prolonged MV (over 7 days)	1 (5,9%)	1%; 27%	3 (17,6%)	6%; 41%	0,601
Рестернотомия (кровотечение) / Revision (bleeding)	1 (5,9%)	1%; 27%	1 (5,9%)	1%; 27%	>0,999
Острое почечное повреждение / Acute kidney injury	3 (17,6%)	6%; 41%	1 (5,9%)	1%; 27%	0,601
Синдром полиорганной недостаточности / Multiple organ dysfunction	1 (5,9%)	1%; 27%	1 (5,9%)	1%; 27%	>0,999
30 дневная летальность / 30-day mortality	3 (17,6%)	6%; 41%	1 (5,9%)	1%; 27%	0,601
Госпитальная летальность / In-hospital mortality	3 (17,6%)	6%; 41%	2 (11,7%)	3%; 34%	>0,999

Примечание: ТИА – транзиторные ишемические атаки, ИВЛ – искусственная вентиляция легких
Note: TIA – transient ischemic attacks, MV – mechanical ventilation

Обсуждение

В середине 90-х годов японскими хирургами был предложен рационализированный вариант процедуры Borst, который объединил в себе идеи открытого хирургического и эндоваскулярного лечения. Новая технология, названная

«замороженный хобот слона» («frozen elephant trunk»), заключалась в имплантации в нисходящую аорту самораскрывающегося стент-графта с последующим открытым протезированием дуги аорты. Такая технология позволила в один этап реконструировать дугу аорты и стабилизировать

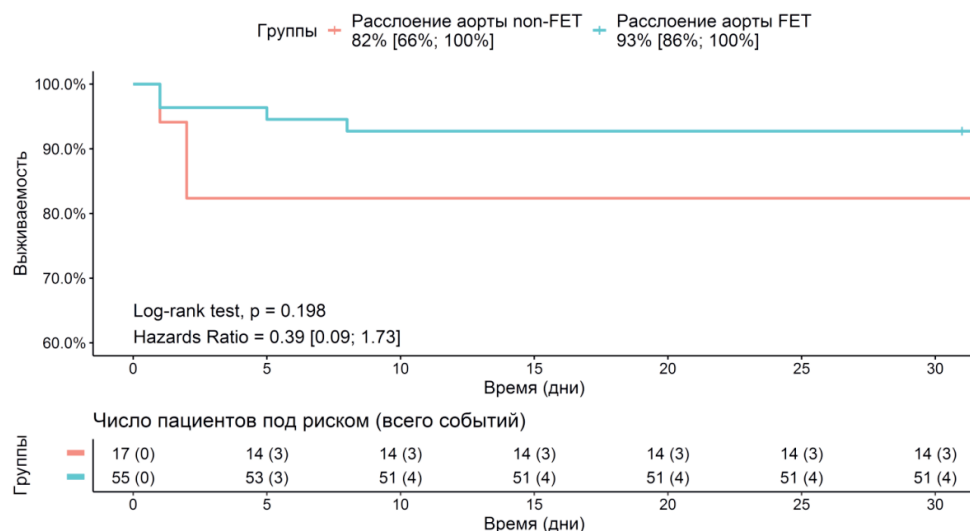


Рисунок 1. Кривая выживаемости Kaplan-Meier пациентов в группах non-FET и FET в течение 30 суток после операции (до PSM)

Figure 1. Kaplan-Meier survival curve in the non-FET and FET groups within 30 days after surgery (before PSM)

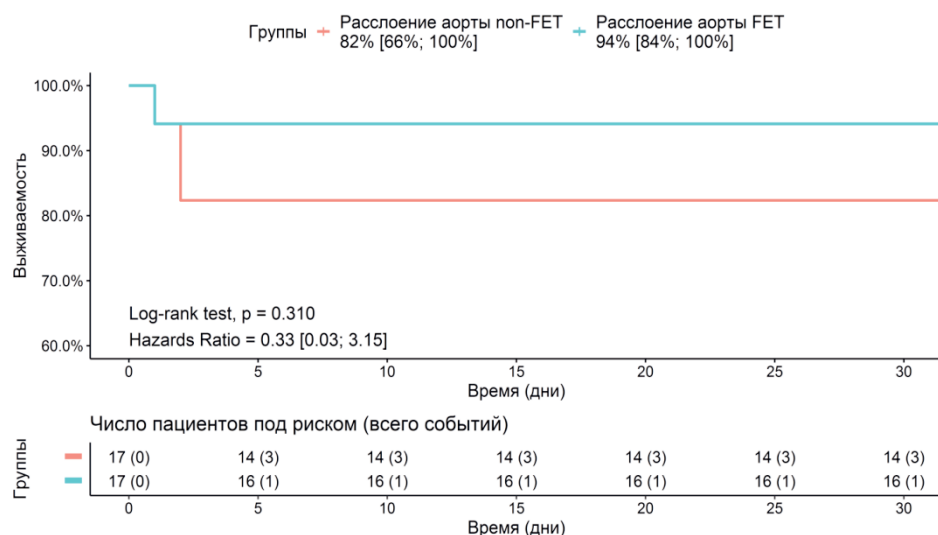


Рисунок 2. Кривая выживаемости Kaplan-Meier пациентов в группах non-FET и FET в течение 30 суток после операции (после PSM)

Figure 2. Kaplan-Meier survival curve in the non-FET and FET groups within 30 days after surgery (after PSM)

нисходящий отдел на протяжении, в то время как классический «хобот слона» не обеспечивал такого эффекта [8]. Обнадешивающие результаты, полученные пионерами технологии, дали серьезный импульс развитию хирургии дуги аорты в гибридном направлении.

Несмотря на растущий опыт открытых и гибридных операций при расслоении аорты, до сих пор не предложено единой обоснованной позиции относительно оптимального объема вмешательства у пациентов с диссекцией и/или аневризматической трансформацией аорты на большом протяжении. Одной из причин этого, является недостаток работ и противоречивый характер исследований, посвященных сравнительному ана-

лизу ранних и отделенных результатов операций FET и non-FET [9, 10, 11]. С учетом этого, мы провели сравнительный анализ «традиционной» и гибридной реконструкции дуги аорты у пациентов с расслоением аорты в отношении неврологических, респираторных, геморрагических, почечных осложнений, а также летальности и свободе от реопераций в раннем и среднесрочном послеоперационном периоде.

Согласно полученным результатам исследования, частота проходящих нарушений мозгового кровообращения в раннем послеоперационном периоде была сопоставима в группах non-FET и FET (0 против 5,9%, $p > 0,999$). Однако, литературные данные относительно частоты послеопераци-

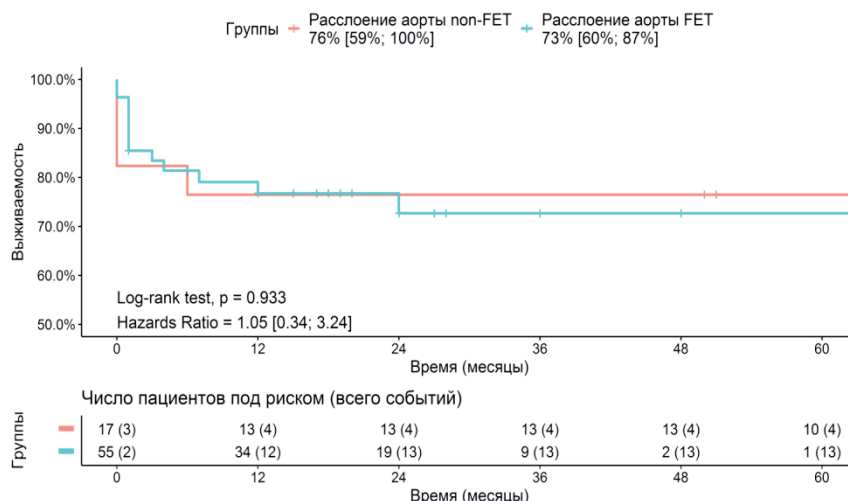


Рисунок 3. Кривая выживаемости Kaplan-Meier у пациентов с расслоением аорты в группах non-FET и FET в течение 5 лет после операции (до PSM)

Figure 3. Kaplan-Meier survival curve in the non-FET and FET groups within 5 years after surgery (before PSM)

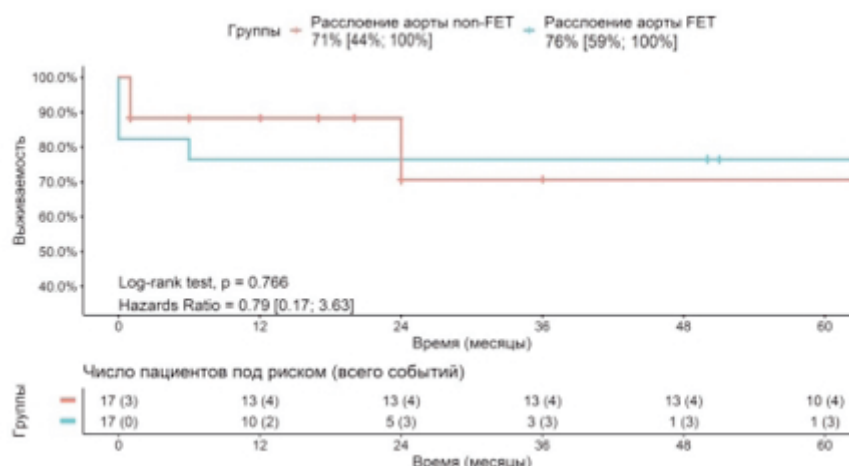


Рисунок 4. Кривая выживаемости Kaplan-Meier у пациентов с расслоением аорты в группах non-FET и FET в течение 5 лет после операции (после PSM)

Figure 4. Kaplan-Meier survival curve in the non-FET and FET groups within 5 years after surgery (after PSM)

онного неврологического дефицита разноречивы. Так, Mkalaluh S. et al. [12] отметили увеличение частоты переходящих нарушений в группе гибридного подхода по сравнению с классической процедурой (20% против 12%, $p=0,702$). В то же время Leontyev S. et al. [13] сообщили о противоположных результатах: частота переходящих нарушений в группе non-FET выше, чем в группе FET (18,4% против 8,7%, $p=1,0$).

Также в литературе описывается противоречивая картина при анализе частоты послеоперационных инсультов. Так, по данным Чарчян Э.Р. и соавт. [14], частота нарушений мозгового кровообращения со стойким неврологическим дефицитом была отмечена у 3,4% пациентов в группе

гибридного лечения, при этом в группе классической реконструкции дуги аорты подобное осложнение было зарегистрировано в 4,5% случаев ($p=0,831$). Результаты группы исследователей из Лейпцига [15] также показали, что технология «замороженный хобот слона» по сравнению с классическим «хоботом слона» позволила сократить частоту церебральных инсультов с 16% до 13% ($p=0,6$). В то же время, сравнивая ближайшие результаты двух методик, Mkalaluh S. et al. [16] выявили 3-кратное увеличение частоты инсультов у пациентов группы FET (24% против 8%, $p=0,123$). В настоящей работе у обсуждаемых пациентов не было выявлено статистически значимых различий в отношении развития стойких неврологиче-

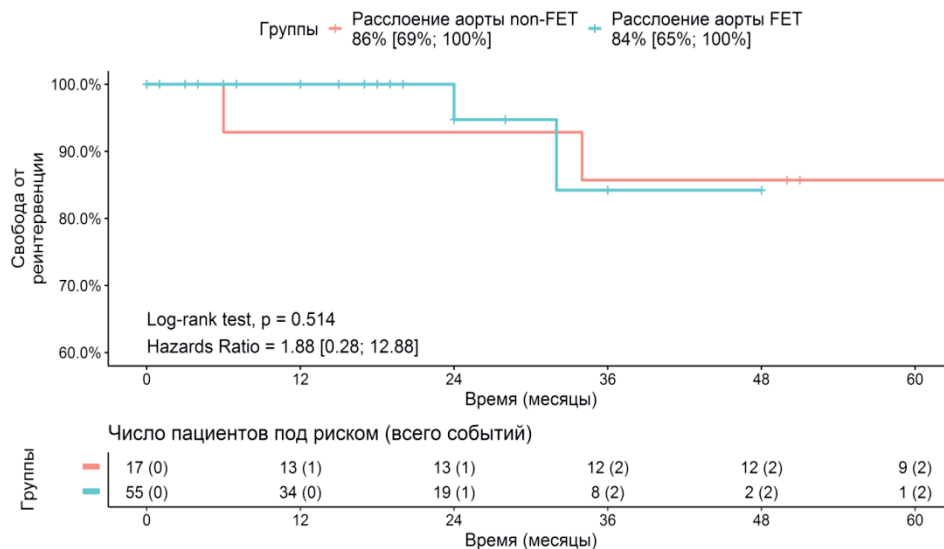


Рисунок 5. Кривая свободы от всех дистальных реинтервенций Kaplan-Meier в группах non-FET и FET в течение 5 лет после операции (до PSM)

Figure 5. Kaplan-Meier curve for the freedom from all distal reinterventions in the non-FET and FET groups within 5 years after surgery (before PSM)

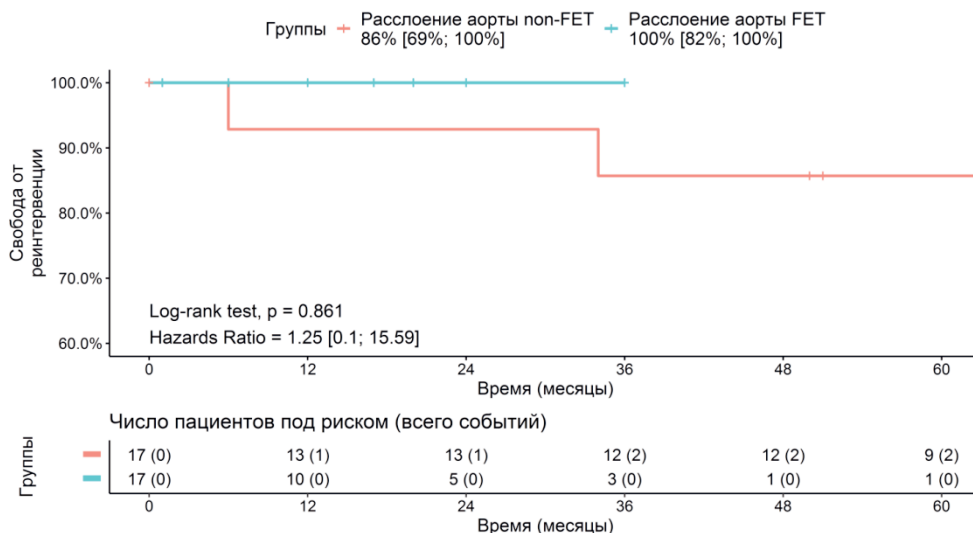


Рисунок 6. Кривая свободы от всех дистальных реинтервенций Kaplan-Meier в группах non-FET и FET в течение 5 лет после операции (после PSM)

Figure 6. Kaplan-Meier curve for the freedom from all distal reinterventions in the non-FET and FET groups within 5 years after surgery (after PSM)

ских нарушений между группами.

Не менее значимой проблемой в хирургии дуги аорты является развитие осложнений, обусловленных спинальной ишемией в раннем послеоперационном периоде. Так, после выполнения классического «хобота слона» частота параплегий варьирует в пределах 0,4–2,8% [17], а после FET-процедуры может достигать 24%, в среднем составляя 8–9% [18,19]. Представленный в литературе сравнительный анализ ишемических

осложнений со стороны спинного мозга после FET и non-FET процедуры выявил многократное увеличение параплегии в группе гибридного вмешательства относительно классической операции – с 4% до 21,7% ($p < 0,001$) [20]. В нашей серии наблюдений не было выявлено случаев параплегии в послеоперационном периоде.

Известно, что развитие геморрагических осложнений в раннем послеоперационном периоде, требующих реоперации,кратно увеличивает

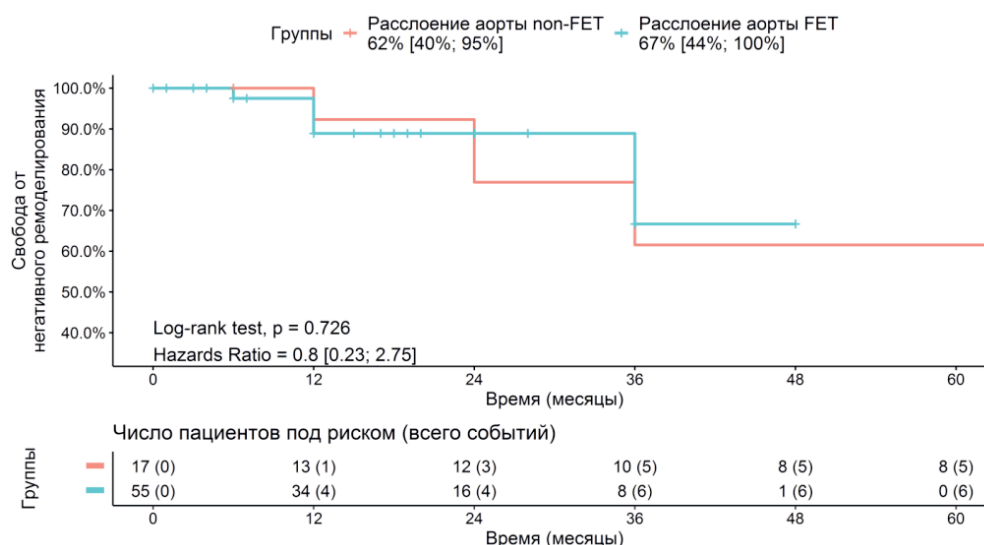


Рисунок 7. Кривая свободы от негативного дистального ремоделирования торакоабдоминальной аорты Kaplan-Meier в группах non-FET и FET в течение 5 лет после операции (до PSM)

Figure 7. Kaplan-Meier curve for the freedom from negative distal remodeling of the thoracoabdominal aorta in the non-FET and FET groups within 5 years after surgery (before PSM)

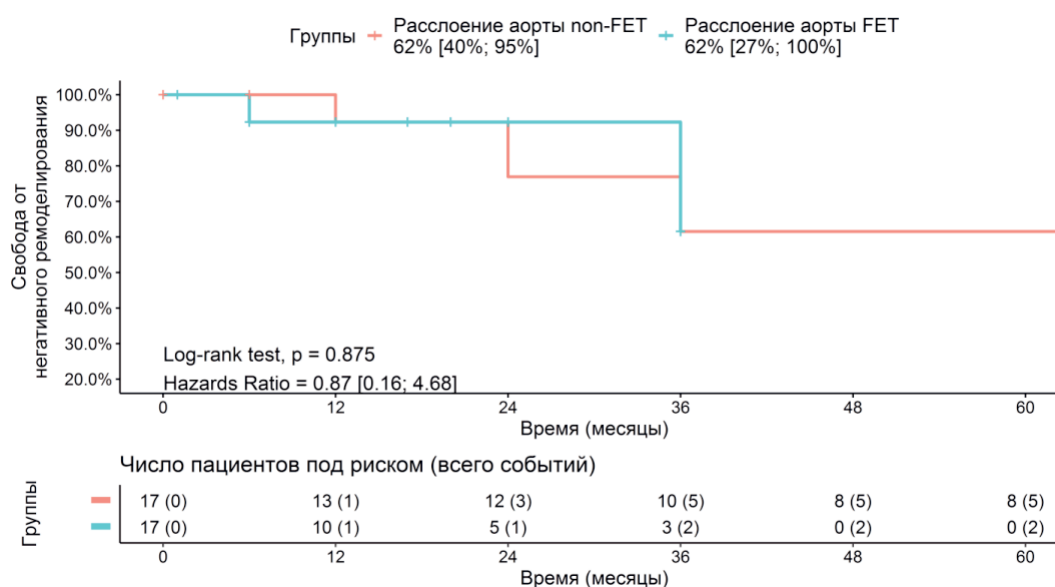


Рисунок 8. Кривая свободы от негативного дистального ремоделирования торакоабдоминальной аорты Kaplan-Meier в группах non-FET и FET в течение 5 лет после операции (после PSM)

Figure 8. Kaplan-Meier curve for the freedom from negative distal remodeling of the thoracoabdominal aorta in the non-FET and FET groups within 5 years after surgery (after PSM)

риски развития острой почечной недостаточности, дыхательной недостаточности, а также госпитальной летальности [21,22]. По данным литературы, частота геморрагических осложнений при операциях на грудной аорте составляет 14–27% случаев, при этом после гибридных вмешательств их частота не превышает 13% [23,24]. В обсуждаемых нами группах не было значимых различий по частоте рестернотомии по поводу кровотечения в обеих группах (5,9% против 5,9%,

$p > 0,999$). Следование разработанному в клинике протоколу профилактики геморрагических осложнений [25] позволило сократить количество кровотечений до приемлемого уровня.

Острая почечная недостаточность, требующая проведения заместительной почечной терапии, в группах non-FET и FET была отмечена в 17,6% и 5,9% соответственно ($p = 0,601$). По данным ряда авторов, в 2–31% случаев после операции на грудной аорте требуется проведение гемодиализа.

фильтрации [26,27]. Несмотря на то, что в данной работе частота диагностированных случаев остро-го повреждения почек не выходила за рамки общемировой статистики, в группе классической аортальной реконструкции процент встречаемости негативных почечных событий был выше по сравнению таковым после FET-процедуры. Вероятно, эти данные можно интерпретировать с позиции большего количества факторов риска почечных осложнений, среди которых были большая длительность ИК и операции в целом.

Потребность в продленной дыхательной поддержке после классического вмешательства была значимо выше по сравнению с FET-процедурой (82,4% против 17,6%, $p<0,001$), что в значительной степени отразилось на длительности пребывания этих больных в палате интенсивной терапии. При этом согласно данным литературы частота дыхательной недостаточности в раннем послеоперационном периоде у пациентов из аналогичных групп сопоставима и находится в пределах 10,7–44% [28,29].

У пациентов с расслоением аорты группы FET отмечено снижение уровня ранней летальности относительно группы non-FET. Так, госпитальная летальность после классической и гибридной процедуры составила 17,6% против 11,7% ($p>0,999$), а 30-дневная летальность – 17,6% против 5,9% ($p=0,601$). Данные литературы подтверждают полученные результаты. Leontyev S. et al. [30] выявили, что технология «замороженный хобот слона» по сравнению с классическим «хоботом слона» позволила сократить госпитальную летальность с 21,6% до 8,7% ($p=0,001$). Mkalaluh S. et al., сравнивая ближайшие результаты двух методик, отметили преимущество FET-процедуры перед non-FET в отношении ранней летальности (20% против 32%, $p=0,520$) [31]. Проведенный Shrestha M. et al. [32] сравнительный анализ классической и гибридной методик «хобота слона» также выявил меньшую частоту 30-дневной летальности у пациентов с FET как при остром (40% против 15%, $p=0,004$), так и хроническом (14% против 8%, $p=0,42$) расслоении аорты.

В опубликованном Hanif et al. мета-анализе [33] по сравнению результатов после вмешательств FET и non-FET показано, что гибридное лечение ассоциировано со значимым снижением ранней послеоперационной летальности ($p=0,0007$), увеличением частоты параплегий ($p=0,02$) при сопоставимом количестве инсультов ($p=0,21$) и кровотечений, требующих реоперации ($p=0,21$). Однако результат этого мета-анализа не дает окончательного ответа о преимуществе одного метода над другим вследствие недостаточной доказательной базы из-за малого количества опубликованных сравнительных исследований.

Были проанализированы показатели выживаемости, свобода от ремоделирования аорты и аортальных реинтервенций в среднесрочном

послеоперационном периоде. Стоит отметить, что 5-летняя выживаемость была сопоставима у пациентов группы FET по сравнению с пациентами группы non-FET – 71% против 76%, ($p=0,766$). Shrestha M. et al. [34], проведя сравнительный анализ классической и гибридной методик у пациентов с расслоением аорты, отметили лучшую отдаленную выживаемость у пациентов группы FET (81% против 42%, $p=0,0032$). Однако по данным Leontyev S. et al. [35], 5-летняя выживаемость пациентов после гибридного вмешательства была ниже, чем после процедуры Borst, однако значимой межгрупповой разницы получено не было (40% против 68%, $p=0,9$).

Заключение

Проведен сравнительный анализ ранних и среднесрочных результатов хирургической реконструкции дуги аорты с использованием технологии «замороженный хобот слона» и без нее у пациентов с расслоением аорты.

Технология «замороженный хобот слона» при лечении больных с расслоением аорты является перспективным видом лечения и характеризуется удовлетворительными ранними и отсроченными результатами у данной категории лиц.

Финансирование

Исследование выполнено при финансировании НИИ кардиологии Томского НИМЦ.

Конфликт интересов

Козлов Б.Н. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Панфилов Д.С. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Лукинов В.А. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Панфилова Н.О. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Лелик Е.В. заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Козлов Борис Николаевич, д.м.н., заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии Томского НИМЦ, г. Томск, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-0217-7737>

Панфилов Дмитрий Сергеевич, д.м.н., старший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии Томского НИМЦ, г. Томск, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-3614-1548>

Лукинов Виталий Леонидович, к. ф.-м. н., заведующий лабораторией численного анализа стохастических дифференциальных уравнений Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН), г. Новосибирск, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-3411-508X>

Панфилова Наталья Олеговна, к.м.н., заведующая рентгенологическим отделением ГБУЗ Новокуз-

нецкая городская клиническая больница № 29 им. А. А. Луцка, г. Новокузнецк, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0001-7197-7212>

Лелик Евгения Владимировна, к.м.н., врач-кардиолог отделения кардиохирургического № 1 НИИ кардиологии Томского НИМЦ, г. Томск, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-7553-001X>

Author Information Form

Kozlov Boris N., M.D., Ph.D., Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Research Institute of Cardiology, Tomsk National Medical Research Center, Tomsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-0217-7737>

Panfilov Dmitry S., M.D., Ph.D., senior researcher at the Department of Cardiovascular Surgery, Research Institute of Cardiology, Tomsk National Medical Research Center, Tomsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-3614-1548>

Lukinov Vitaly L., Ph.D., Head of the Laboratory of Numerical Analysis of Stochastic Differential Equations, Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ICM&MG SB RAS), Novosibirsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-3411-508X>

Panfilova Natalia O., M.D., Ph.D., Head of the Radiology Department, Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 29 named after A. A. Lutsik, Novokuznetsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-7197-7212>

Lelik Evgeniya V., M.D., Ph.D., cardiologist at the Cardiac Surgery Department No. 1, Research Institute of Cardiology, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-7553-001X>

Вклад авторов в статью

Концепция: КБН, ПДС, ЛВЛ, ПНО, ЛЕВ; написание статьи: КБН, ПДС, ЛВЛ, ПНО, ЛЕВ; утверждение окончательной версии для публикации: КБН, ПДС, ЛВЛ, ПНО, ЛЕВ; полная ответственность за содержание: КБН, ПДС, ЛВЛ, ПНО, ЛЕВ.

Author Contribution Form

Contribution to the concept: KBN, PDS, LVL, PNO, LEV; manuscript writing: KBN, PDS, LVL, PNO, LEV; approval of the final version: KBN, PDS, LVL, PNO, LEV; fully responsible for the content: KBN, PDS, LVL, PNO, LEV.

Для цитирования: Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Лукинов В.Л., Панфилова Н.О., Лелик Е.В. «Традиционный» и гибридный подходы в хирургии дуги аорты при аортальном расслоении. Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2023;4:

To cite: Kozlov B.N., Panfilov D.S., Lukinov V.L., Panfilova N.O., Lelik E.V. Conventional and hybrid aortic arch repair for aortic dissection. Minimally Invasive Cardiovascular Surgery. 2023;4:

Список литературы

1. Khullar V, Schaff HV, Dearani JA, Daly RC, Greason KL, Joyce LD, Pochettino A. Open surgical repair remains the gold standard for treating aortic arch pathology. *Ann Thorac Surg.* 2017; 103:1413–1420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.08.064>

2. Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Степаненко А.Б., Генс А.П., Хачатрян З.Р. Опыт хирургического лечения больных с расслоением аорты 1-го типа по DeBakey. *Хирургия.* 2018; 7: 8-17. [Belov U.V., Charchan E.R., Stepanenko A.B., Gens A.P., Hachatryan Z.R. Opyt hirurgicheskogo lecheniya bol'nyh s rassloeniem aorty 1-go tipa po DeBakey. *Hirurgiya.* 2018; 7: 8-17. (In Russ)] <https://doi.org/10.17116/hirurgia201878>

3. Di Eusanio M, Borger M, Petridis FD, Leontyev S, Pantaleo A, Moz M, Mohr F, Di Bartolomeo R. Conventional versus frozen elephant trunk surgery for extensive disease of the thoracic aorta. *J Cardiovasc Med.* 2014; 15:803–809. doi:10.2459/JCM.0b013e328364559c; Shrestha M, Martens A, Krüger H, Maeding I, Ius F, Fleissner F, Haverich A. Total aortic arch replacement with the elephant trunk technique: single-centre 30-year results. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45:289–296. <http://doi:10.1093/ejcts/ezt359>

4. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiyar F, Mohr FW. Early- and medium-term results after

aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(5):606–611. <http://doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22>

5. Verhoye J-P, Soulami RB, Fouquet O, Ruggieri VG, Kaladji A, Tomasi J, Sellin M, Farhat F, Anselmi A.. Elective frozen elephant trunk procedure using the E-Vita Open. Plus prosthesis in 94 patients: a multicentre French registry. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;52(4):733–739. doi:10.1093/ejcts/ezx159

6. Jakob H, Dohle D, Benedik J, Janosi RA, Schlosser T, Wendt D, Thielmann M, Erbel R, Tsagakis K. Long-term experience with the E-vita Open hybrid graft in complex thoracic aortic disease. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017; 51(2):329–338, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw340>

7. Shrestha M, Martens A, Kaufeld T, Beckmann E, Bertele S, Krueger H, Neuser J, Fleissner F, Ius F, Alhadi FA, Hanke J, Schmitt JD, Cebotari S, Karck M, Haverich A, Chavan A. Single-centre experience with the frozen elephant trunk technique in 251 patients over 15 years. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017; <http://doi:10.1093/ejcts/ezx218>

8. Kato M, Ohnishi K, Kaneko M, Ueda T, Kishi D, Mizushima T, Matsuda H. New graft-implanting method for thoracic aortic aneurysm or dissection with

a stented graft. *Circulation*. 1996; 94 (9): 188-193

9. Чарчян Э.Р., Абугов С.А., Хачатрян З.Р., Пурецкий М.В., Ховрин В.В., Скворцов А.А., Белов Ю.В. Особенности течения послеоперационного периода у пациентов с расслоением аорты I типа по DeBakey: критерии оценки ремоделирования аорты и факторов риска прогрессирования заболевания. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;(5):6-17. CHarchyan E.R., Abugov S.A., Hachatryan Z.R., Pureckij M.V., Hovrin V.V., Skvorcov A.A., Belov YU.V. Osobennosti techeniya posleoperacionnogo perioda u pacientov s rassloeniem aorty I tipa po DeBakey: kriterii ocenki remodelirovaniya aorty i faktorov riska progressirovaniya zabollevaniya. *Hirurgiya. ZHurnal im. N.I. Pirogova (In Russ)*. 2019;(5):6-17. <http://doi.org/10.17116/hirurgia20190516>

10. Inoue Y, Matsuda H, Omura A, Seike Y, Uehara K, Sasaki H, Kobayashi J. Long-term outcomes of total arch replacement with the non-frozen elephant trunk technique for Stanford Type A acute aortic dissection. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2018;27:455–460. doi:10.1093/icvts/ivy094; Jakob H, Dohle D, Benedik J, Janosi RA, Schlosser T, Wendt D, Thielmann M, Erbel R, Tsagakis K. Long-term experience with the E-vita Open hybrid graft in complex thoracic aortic disease. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017; 51(2):329–338, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw340>

11. Shrestha M, Martens A, Kaufeld T, Beckmann E, Bertele S, Krueger H, Neuser J, Fleissner F, Ius F, Alhadi FA, Hanke J, Schmitto JD, Cebotari S, Karck M, Haverich A, Chavan A. Single-centre experience with the frozen elephant trunk technique in 251 patients over 15 years. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017 <http://doi.org/10.1093/ejcts/ezx218>

12. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis*. 2018;10(11):6192-6200. <http://doi.org/10.21037/jtd.2018.10.42>

13. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):606-611. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22>

14. Чарчян Э.Р., Абугов С.А., Хачатрян З.Р., Пурецкий М.В., Ховрин В.В., Скворцов А.А., Белов Ю.В. Особенности течения послеоперационного периода у пациентов с расслоением аорты I типа по DeBakey: критерии оценки ремоделирования аорты и факторов риска прогрессирования заболевания. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;(5):6-17. CHarchyan E.R., Abugov S.A., Hachatryan Z.R., Pureckij M.V., Hovrin V.V., Skvorcov A.A., Belov YU.V. Osobennosti techeniya posleoperacionnogo perioda u pacientov s rassloeniem aorty I tipa po DeBakey: kriterii ocenki remodelirovaniya aorty i faktorov riska progressirovaniya zabollevaniya. *Hirurgiya. ZHurnal*

im. N.I. Pirogova (In Russ). 2019;(5):6-17. <http://doi.org/10.17116/hirurgia20190516>

15. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):606-611. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22>

16. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis*. 2018;10(11):6192-6200. <http://doi.org/10.21037/jtd.2018.10.42>

17. Shrestha M, Bachet J, Bavaria J, Carrel TP, De Paulis R, Di Bartolomeo R, Etz CD, Grabenwöger M, Grimm M, Haverich A, Jakob H, Martens A, Mestres CA, Pacini D, Resch T, Schepens M, Urbanski PP, Czerny M.. Current status and recommendations for use of the frozen elephant trunk technique: a position paper by the Vascular Domain of EACTS. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;47:759–769. <http://doi.org/10.1093/ejcts/ezv085>

18. Flores J, Kuniyama T, Shiya N, Yoshimoto K, Matsuzaki K, Yasuda K. Extensive deployment of the stented elephant trunk is associated with an increased risk of spinal cord injury. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2006;131(2):336-342. <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.09.050>

19. Tian DH, Wan B, Di Eusanio M, Black D, Yan TD. A systematic review and meta-analysis on the safety and efficacy of the frozen elephant trunk technique in aortic arch surgery. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):581-591. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.07>

20. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):606-611. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22>

21. Ranucci M, Bozzetti G, Ditta A, Cotza M, Carboni G, Ballotta A. Surgical reexploration after cardiac operations: why a worse outcome? *Ann Thorac Surg*. 2008; 86: 1557–1562. <http://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.07.114>

22. Knapik P, Knapik M, Zembala MO, Przybyłowski P, Nadziakiewicz P, Hrapkowicz T, Ciesla D, Deja M, Suwalski P, Jasinski M, Tobota Z, Maruszewski BJ, Zembala M. In-hospital and mid-term outcomes in patients reoperated on due to bleeding following coronary artery surgery (from the KROK Registry). *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019;29:237–43. <http://doi.org/10.1093/icvts/ivz089>

23. Brat R, Gaj J, Barta J. Early and mid-term outcomes of the aortic arch surgery: experience from the low-volume centre. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2015; 10: 31. Doi 10.1186/s13019-015-0229-6;

Lin H-H, Liao S-F, Wu C-F, Li P-C, Li M-L.

24. Outcome of frozen elephant trunk technique for acute type A aortic dissection as systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2015;94(16):e694. <http://doi:10.1097/MD.0000000000000694>

25. Панфилов Д.С., Козлов Б.Н., Затолокин В.В., Пономаренко И.В., Ходашинский И.А., Шипулин В.М. Профилактика геморрагических осложнений при операциях на грудной аорте. *Российский кардиологический журнал*. 2018;(11):70-76. Panfilov D.S., Kozlov B.N., Zatolokin V.V., Ponomarenko I.V., Hodashinskij I.A., SHipulin V.M. Profilaktika gemorragicheskikh oslozhenij pri operacijah na grudnoj aorte. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal* (In Russ). 2018;(11):70-76. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-70-76>

26. Amano K, Takami Y, Ishikawa H, Ishida M, Tochii M, Akita K, Sakurai Y, Noda M, Takagi Y. Lower body ischaemic time is a risk factor for acute kidney injury after surgery for type A acute aortic dissection. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019; <http://doi:10.1093/icvts/ivz220>

27. Fang Z, Wang G, Liu Q, Zhou H, Zhou S, Lei G, Zhang C, Yang L, Shi S, Li J, Qian X, Sun X, Wei B, Yu C. Moderate and deep hypothermic circulatory arrest has a comparable effect on acute kidney injury after total arch replacement with frozen elephant trunk procedure in type A aortic dissection. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019; 29:130-136. <http://doi:10.1093/icvts/ivz092>

28. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis*. 2018;10(11):6192-6200. <http://doi:10.21037/jtd.2018.10.42>

29. Tochii M, Takami Y, Ishikawa H, Ishida M, Higuchi Y, Sakurai Y, Amano K, Takagi Y. Aortic remodeling with frozen elephant trunk technique for Stanford type A aortic dissection using Japanese J-graft

open stent graft. *Heart Vessels*. 2019;34(2):316-317. <http://doi:10.1007/s00380-018-1268-4>

30. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):606-611. <http://doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22>

31. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis*. 2018;10(11):6192-6200. <http://doi:10.21037/jtd.2018.10.42>

32. Shrestha M, Beckmann E, Krueger H, Fleissner F, Kaufeld T, Koigeldiyev N, Umminger J, Ius F, Haverich A, Martens A. The elephant trunk is freezing: The Hannover experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149:1286-1293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.01.044>

33. Hanif H, Dubois L, Ouzounian M, Peterson MD, El-Hamamsy I, Dagenais F, Hassan A, Chu MWA. Aortic arch reconstructive surgery with conventional techniques versus frozen elephant trunk: a systematic review and meta-analysis. *Can J Cardiol*. 2018;34(3):262-273. doi:10.1016/j.cjca.2017.12.020

34. Shrestha M, Beckmann E, Krueger H, Fleissner F, Kaufeld T, Koigeldiyev N, Umminger J, Ius F, Haverich A, Martens A. The elephant trunk is freezing: The Hannover experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149:1286-1293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.01.044>

35. Leontyev S, Borger MA, Etz CD, Moz M, Seeburger J, Bakhtiary F, Misfeld M, Mohr FW. Experience with the conventional and frozen elephant trunk techniques: a single-centre study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2013;44:1076-1083. <http://doi:10.1093/ejcts/ezt252>

References

1. Khullar V, Schaff HV, Dearani JA, Daly RC, Greason KL, Joyce LD, Pochettino A. Open surgical repair remains the gold standard for treating aortic arch pathology. *Ann Thorac Surg*. 2017; 103:1413-1420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.08.064>

2. Belov U.V., Charchan E.R., Stepanenko A.B., Gens A.P., Hachatrian Z.R. Opyt hirurgicheskogo lecheniya bol'nyh s rassloeniem aorty 1-go tipa po DeBakey. *Hirurgiya*. 2018; 7: 8-17. (In Russ)] <https://doi.org/10.17116/hirurgia201878>

3. Di Eusanio M, Borger M, Petridis FD, Leontyev S, Pantaleo A, Moz M, Mohr F, Di Bartolomeo R. Conventional versus frozen elephant trunk surgery for extensive disease of the thoracic aorta. *J Cardiovasc Med*. 2014; 15:803-809. doi:10.2459/JCM.0b013e328364559c; Shrestha M, Martens A, Krüger H, Maeding I, Ius F,

Fleissner F, Haverich A. Total aortic arch replacement with the elephant trunk technique: single-centre 30-year results. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014;45:289-296. doi:10.1093/ejcts/ezt359

4. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):606-611. doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22

5. Verhoye J-P, Soulami RB, Fouquet O, Ruggieri VG, Kaladji A, Tomasi J, Sellin M, Farhat F, Anselmi A.. Elective frozen elephant trunk procedure using the E-Vita Open. Plus prosthesis in 94 patients: a multicentre French registry. *Eur J Cardiothorac Surg*.

2017;52(4):733–739. doi:10.1093/ejcts/ezx159

6. Jakob H, Dohle D, Benedik J, Janosi RA, Schlosser T, Wendt D, Thielmann M, Erbel R, Tsagakis K. Long-term experience with the E-vita Open hybrid graft in complex thoracic aortic disease. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017; 51(2):329–338, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw340>

7. Shrestha M, Martens A, Kaufeld T, Beckmann E, Bertele S, Krueger H, Neuser J, Fleissner F, Ius F, Alhadi FA, Hanke J, Schmitto JD, Cebotari S, Karck M, Haverich A, Chavan A. Single-centre experience with the frozen elephant trunk technique in 251 patients over 15 years. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017; doi:10.1093/ejcts/ezx218

8. Kato M, Ohnishi K, Kaneko M, Ueda T, Kishi D, Mizushima T, Matsuda H. New graft-implanting method for thoracic aortic aneurysm or dissection with a stented graft. *Circulation.* 1996; 94 (9): 188-193

9. Charchyan E.R., Abugov S.A., Hachtryan Z.R., Pureckij M.V., Hovrin V.V., Skvorcov A.A., Belov YU.V. Osobennosti tehniciya posleoperacionnogo perioda u pacientov s rassloeniem aorty I tipa po DeBakey: kriterii ocenki remodelirovaniya aorty i faktorov riska progressirovaniya zabolevaniya. *Hirurgiya. ZHurnal im. N.I. Pirogova (In Russ).* 2019;(5):6-17. Doi 10.17116/hirurgia20190516;

10. Inoue Y, Matsuda H, Omura A, Seike Y, Uehara K, Sasaki H, Kobayashi J. Long-term outcomes of total arch replacement with the non-frozen elephant trunk technique for Stanford Type A acute aortic dissection. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2018;27:455–460. doi:10.1093/icvts/ivy094; Jakob H, Dohle D, Benedik J, Janosi RA, Schlosser T, Wendt D, Thielmann M, Erbel R, Tsagakis K. Long-term experience with the E-vita Open hybrid graft in complex thoracic aortic disease. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017; 51(2):329–338, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw340>

11. Shrestha M, Martens A, Kaufeld T, Beckmann E, Bertele S, Krueger H, Neuser J, Fleissner F, Ius F, Alhadi FA, Hanke J, Schmitto JD, Cebotari S, Karck M, Haverich A, Chavan A. Single-centre experience with the frozen elephant trunk technique in 251 patients over 15 years. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017 doi:10.1093/ejcts/ezx218

12. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis.* 2018;10(11):6192-6200. doi: 10.21037/jtd.2018.10.42

13. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(5):606-611. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22

14. Charchyan E.R., Abugov S.A., Hachtryan Z.R., Pureckij M.V., Hovrin V.V., Skvorcov A.A., Belov YU.V. Osobennosti tehniciya posleoperacionnogo perioda

u pacientov s rassloeniem aorty I tipa po DeBakey: kriterii ocenki remodelirovaniya aorty i faktorov riska progressirovaniya zabolevaniya. *Hirurgiya. ZHurnal im. N.I. Pirogova (In Russ).* 2019;(5):6-17. Doi 10.17116/hirurgia20190516

15. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(5):606-611. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22

16. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis.* 2018;10(11):6192-6200. doi: 10.21037/jtd.2018.10.42

17. Shrestha M, Bachet J, Bavaria J, Carrel TP, De Paulis R, Di Bartolomeo R, Etz CD, Grabenwöger M, Grimm M, Haverich A, Jakob H, Martens A, Mestres CA, Pacini D, Resch T, Schepens M, Urbanski PP, Czerny M. Current status and recommendations for use of the frozen elephant trunk technique: a position paper by the Vascular Domain of EACTS. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;47:759–769. doi:10.1093/ejcts/ezv085

18. Flores J, Kuniyama T, Shiya N, Yoshimoto K, Matsuzaki K, Yasuda K. Extensive deployment of the stented elephant trunk is associated with an increased risk of spinal cord injury. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2006;131(2):336-342. doi:10.1016/j.jtcvs.2005.09.050

19. Tian DH, Wan B, Di Eusanio M, Black D, Yan TD. A systematic review and meta-analysis on the safety and efficacy of the frozen elephant trunk technique in aortic arch surgery. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(5):581-591. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.07

20. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(5):606-611. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22

21. Ranucci M, Bozzetti G, Ditta A, Cotza M, Carboni G, Ballotta A. Surgical reexploration after cardiac operations: why a worse outcome? *Ann Thorac Surg.* 2008; 86: 1557–1562. doi:10.1016/j.athoracsur.2008.07.114;

22. Knapik P, Knapik M, Zembala MO, Przybyłowski P, Nadziakiewicz P, Hrapkowicz T, Ciesla D, Deja M, Suwalski P, Jasinski M, Tobota Z, Maruszewski BJ, Zembala M. In-hospital and mid-term outcomes in patients reoperated on due to bleeding following coronary artery surgery (from the KROK Registry). *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2019;29:237–43. doi:10.1093/icvts/ivz089

23. Brat R, Gaj J, Barta J. Early and mid-term outcomes of the aortic arch surgery: experience from

the low-volume centre. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2015; 10: 31. Doi 10.1186/s13019-015-0229-6; Lin H-H, Liao S-F, Wu C-F, Li P-C, Li M-L.

24. Outcome of frozen elephant trunk technique for acute type A aortic dissection as systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2015;94(16):e694. doi: 10.1097/MD.0000000000000694

25. Panfilov D.S., Kozlov B.N., Zatolokin V.V., Ponomarenko I.V., Hodashinskij I.A., SHipulin V.M. Profilaktika gemorragicheskikh oslozhnenij pri operacijah na grudnoj aorte. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal* (In Russ). 2018;(11):70-76. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-70-76>

26. Amano K, Takami Y, Ishikawa H, Ishida M, Tochii M, Akita K, Sakurai Y, Noda M, Takagi Y. Lower body ischaemic time is a risk factor for acute kidney injury after surgery for type A acute aortic dissection. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019; doi:10.1093/icvts/ivz220

27. Fang Z, Wang G, Liu Q, Zhou H, Zhou S, Lei G, Zhang C, Yang L, Shi S, Li J, Qian X, Sun X, Wei B, Yu C. Moderate and deep hypothermic circulatory arrest has a comparable effect on acute kidney injury after total arch replacement with frozen elephant trunk procedure in type A aortic dissection. *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2019;29:130-136. doi:10.1093/icvts/ivz092

28. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis*. 2018;10(11):6192-6200. doi: 10.21037/jtd.2018.10.42

29. Tochii M, Takami Y, Ishikawa H, Ishida M, Higuchi Y, Sakurai Y, Amano K, Takagi Y. Aortic remodeling with frozen elephant trunk technique for Stanford type A aortic dissection using Japanese J-graft open stent graft. *Heart Vessels*. 2019;34(2):316-317. doi: 10.1007/s00380-018-1268-4

30. Leontyev S, Misfeld M, Daviewala P, Borger MA, Etz CD, Belaev S, Seeburger J, Holzhey D, Bakhtiary F, Mohr FW. Early- and medium-term results after aortic arch replacement with frozen elephant trunk techniques—a single center study. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(5):606-611. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.22

31. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Mashhour A, Zhigalov K, Easo J, Eichstaedt HC, Ennker J, Thomas RP, Chavan A, Weymann A. Total aortic arch replacement using elephant trunk or frozen elephant trunk technique: a case-control matching study. *J Thorac Dis*. 2018;10(11):6192-6200. doi: 10.21037/jtd.2018.10.42

32. Shrestha M, Beckmann E, Krueger H, Fleissner F, Kaufeld T, Koigeldiyev N, Umminger J, Ius F, Haverich A, Martens A. The elephant trunk is freezing: The Hannover experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149:1286-1293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.01.044>

33. Hanif H, Dubois L, Ouzounian M, Peterson MD, El-Hamamsy I, Dagenais F, Hassan A, Chu MWA. Aortic arch reconstructive surgery with conventional techniques versus frozen elephant trunk: a systematic review and meta-analysis. *Can J Cardiol*. 2018;34(3):262-273. doi: 10.1016/j.cjca.2017.12.020

34. Shrestha M, Beckmann E, Krueger H, Fleissner F, Kaufeld T, Koigeldiyev N, Umminger J, Ius F, Haverich A, Martens A. The elephant trunk is freezing: The Hannover experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149:1286-1293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.01.044>

35. Leontyev S, Borger MA, Etz CD, Moz M, Seeburger J, Bakhtiary F, Misfeld M, Mohr FW. Experience with the conventional and frozen elephant trunk techniques: a single-centre study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2013;44:1076–1083. doi:10.1093/ejcts/ezt252

МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПОВТОРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА СЕРДЦЕ

Комаров Р.Н., Исмаилбаев А.М., Даначев А.О.

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени
И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Аннотация

Повторные хирургические вмешательства на сердце сопряжены с высоким операционным риском и летальностью, особенно при использовании традиционной срединной стернотомии. В последние годы всё большее внимание уделяется малоинвазивным техникам, как альтернативе рестернотомии при повторных операциях. В настоящем обзоре проанализированы современные данные за 2015–2025 годы о применении минимально инвазивных доступов при повторной кардиохирургии, включая мини-торакотомию, мини-стернотомию, торакоскопические и робот-ассистированные методики, а также транскатетерные вмешательства. Обобщены результаты крупных мета-анализов и наблюдательных исследований, продемонстрировавших снижение операционной летальности на 40–50%, сокращение длительности госпитализации и частоты осложнений (инфекций, острого повреждения почек, кровопотерь) при использовании малоинвазивных подходов. Отдельное внимание уделено техническим особенностям доступа, показаниям, ограничениям и перспективам внедрения. Обзор подтверждает высокую эффективность и безопасность минимально инвазивных вмешательств при повторной кардиохирургии и подчёркивает важность индивидуализированного подхода с участием мультидисциплинарной команды.

Ключевые слова: повторные операции на сердце, малоинвазивная хирургия, мини-торакотомия, мини-стернотомия, рестернотомия, кардиохирургия.

Автор для переписки: Даначев Александр Одиссеевич, danachev@gmail.com, +7(926)-816-47-37

MINIMALLY INVASIVE APPROACHES IN REDO CARDIAC SURGERY

Komarov R.N., Ismailbaev A.M., Danachev A.O.

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russian Federation).

Abstract

Redo cardiac surgeries are associated with a high operative risk and mortality, particularly when using conventional median resternotomy. In recent years, increasing attention has been paid to minimally invasive techniques as an alternative to resternotomy in redo procedures. This review analyzes current data from 2015 to 2025 regarding the use of minimally invasive approaches in reoperative cardiac surgery, including mini-thoracotomy, mini-sternotomy, thoracoscopic and robot-assisted techniques, as well as transcatheter interventions. The findings of major meta-analyses and observational studies are summarized, demonstrating a 40–50% reduction in operative mortality, shorter hospital stays, and a lower incidence of complications (infections, acute kidney injury, blood loss) when minimally invasive strategies are employed. Particular attention is given to technical aspects of surgical access, indications, limitations, and future prospects. The review confirms the high efficacy and safety of minimally invasive procedures in redo cardiac surgery and emphasizes the importance of an individualized approach involving a multidisciplinary team.

Ключевые слова: redo cardiac surgery • minimally invasive surgery • mini-thoracotomy • mini-sternotomy • resternotomy • cardiac surgery.

Список сокращений

АКШ – аортокоронарное шунтирование
 ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство
 ИК – искусственное кровообращение
 ОРИТ – отделение интенсивной терапии и анестезиологической реанимации
 ОПП – острое почечное повреждение
 ФП – фибрилляция предсердий
 АСС/АНА – American College of Cardiology / American Heart Association
 МИ – малоинвазивная методика (mini-invasive)
 MVR/MVS – митральная клапанная хирургия (Mitral Valve Replacement / Surgery)

ОР – отношение шансов (odds ratio)
 PCI – percutaneous coronary intervention (ЧКВ, англ. вариант)
 RR – относительный риск (relative risk)
 ST – срединная стернотомия (sternotomy)
 SURD-IR – Surgical Aortic Valve Replacement Registry (в контексте статьи – международный регистр)
 TAVI – транскатетерная имплантация аортального клапана (Transcatheter Aortic Valve Implantation)

Введение

Повторные операции на сердце становятся необходимыми у значительной доли пациентов с сердечно-сосудистой патологией. Так, повторное вмешательство на митральном клапане требуется у трети пациентов, перенесших первичную операцию [1]. Причины включают дегенерацию биопротезов, прогрессирование заболевания, отказ конструкций или аортокоронарных шунтов, а также развитие новых поражений. Однако повторная кардиохирургия сопряжена с повышенным риском. Рестернотомия сопряжена с высокой травматичностью; в 7–9% случаев при рестернотомии происходит повреждение сосудистых структур или сердца, что резко увеличивает операционную летальность [2]. Исторически госпитальная летальность при повторных операциях на клапанах достигала 10–15%, значительно превышая показатели первичных вмешательств. В одном из исследований летальность при повторной стернотомии для вмешательства на митральном клапане составила 14%, тогда как при малоинвазивном доступе – 0% [3].

Осознавая повышенные риски рестернотомии, кардиохирурги занялись поиском альтернативных, менее травматичных подходов. Малоинвазивная кардиохирургия стала применяться и при повторных вмешательствах. Такой подход исключает широкое рассечение переднего средостения, тем самым минимизируя риск повреждения сердца и крупных сосудов при входе.

Применение малоинвазивных доступов при повторной кардиохирургии сопровождается улучшением ряда исходов. Современные обзоры отмечают, что минимально инвазивные подходы у пациентов с ранее перенесенным вмешательством ассоциированы со снижением госпитальной летальности, сокращением продолжительности госпитализации и временем нахождения в реанимации, а также более редкими осложнениями [4,5]. Более того, по данным ряда центров, при грамотном отборе и высокой квалификации хирургов результаты повторных вмешательств приближаются к таковым при первичных опе-

рациях [6,7]. Тем не менее, большинство имеющихся данных основывается на ретроспективных исследованиях [4,5]. Настоящий обзор посвящён анализу литературы за последние 5–10 лет. В нём рассмотрены основные виды малоинвазивных доступов при повторных операциях на сердце, сравнивается их эффективность и безопасность с традиционной рестернотомией, оценивается частота осложнений и влияние последних на исходы, приводятся данные мета-анализов, обсервационных исследований, обзорных статей, диссертационных работ и актуальные рекомендации.

Методы поиска литературы

Для подготовки обзора проведён поиск публикаций за 2015–2025 годы на русском и английском языках. Использованы электронные базы данных PubMed, Medline, Scopus, Российская научная электронная библиотека (eLibrary.ru) и ресурсы открытого доступа. Поиск осуществлялся по ключевым словам на английском («minimally invasive redo cardiac surgery», «redo mitral valve minimally invasive», «reoperative cardiac surgery outcomes», и др.) и их эквивалентам на русском языке («малоинвазивная повторная кардиохирургия», «повторная операция на сердце мини-доступ» и пр.). Отбирались мета-анализы, систематические обзоры, рандомизированные контролируемые исследования, ретроспективные и проспективные обсервационные исследования, отдельные клинические серии, а также национальные и международные клинические рекомендации. При поиске русскоязычных источников особое внимание уделено диссертационным работам и статьям в отечественных кардиохирургических журналах за последние годы.

Критериями включения публикаций в обзор служили: тематика, относящаяся к малоинвазивным методам повторных операций на сердце (включая повторные вмешательства на клапанах сердца, коронарных артериях, аорте), наличие сравнительного анализа с традицион-

ными методами, достаточный объём выборки или мета-аналитическое объединение данных, актуальность. Были изучены материалы крупных кардиохирургических центров, в том числе зарубежных, а также данные регистров. При анализе литературы учитывались основные показатели исходов: операционная (30-дневная) смертность, длительность госпитализации и времени нахождения в отделении реанимации, частота осложнений (инсульт, инфаркт, острая почечная недостаточность, аритмии, инфекции раны, повторные операции по поводу кровотечения и т.д.), а также параметры, характеризующие ход операции (длительность искусственного кровообращения, время пережатия аорты, объём кровопотери, требуемая гемотранфузия).

Обзор литературы

Основные малоинвазивные подходы в повторной кардиохирургии

Малоинвазивный подход подразумевает выполнение операции на сердце через ограниченный доступ, с меньшим объёмом хирургической травмы, по сравнению со стандартной срединной стернотомией. Ниже рассмотрены основные варианты таких доступов и технологий:

Правосторонняя мини-торакалотомия.

Этот доступ получил наибольшее распространение при повторных операциях на митральном и трикуспидальном клапанах. Выполняется разрез длиной ~5–8 см в 4–5-м межреберье справа с переднебоковой поверхности грудной клетки. Для обзора операционного поля применяют видеоассистенцию – в рану вводится эндоскопическая камера, изображение выводится на монитор. Как правило, применяется канюляция периферическая канюляция для подключения аппарата искусственного кровообращения, что позволяет работать на остановленном сердце без широкого доступа к восходящей аорте [3]. Правосторонняя мини-торакалотомия обеспечивает удовлетворительный доступ к митральному клапану даже при наличии спаек, поскольку разрез производится сбоку, в относительной удалённости от зоны предыдущей операции. Множество сообщений свидетельствует о том, что данный доступ безопасен при повторных вмешательствах [8]. Недостатком правосторонней торакалотомии является ограниченный доступ к структурам сердца, исключающий сочетанные вмешательства [9].

Частичная повторная стернотомия.

Альтернативой полной стернотомии служит частичное рассечение грудины – верхняя мини-стернотомия по линии от яремной вырезки вниз до 3–4 межреберья. Такой доступ часто применяют при повторных операциях на аор-

тальном клапане и восходящей аорте. Данный доступ предоставляет более широкий обзор, чем при торакалотомии, что важно при комплексных вмешательствах. Однако даже частичная стернотомия несёт риски сходные с полной, пусть и в меньшей степени.

Левосторонний торакалотомный доступ.

При повторных операциях на коронарных артериях часто прибегают к левосторонней торакалотомии. При рецидиве стенокардии, после аортокоронарного шунтирования, предпочтение зачастую отдают не повторной хирургии, а чрескожной коронарной интервенции (ЧКВ). Тем не менее, когда хирургическое вмешательство необходимо, этот доступ является отличной альтернативой [7]. В литературе описано, что подобные торакалотомные подходы при повторном АКШ уменьшают травматизацию и могут выполняться относительно безопасно даже у пожилых и ослабленных больных. Кроме того, все более широко применяется технология off-pump при повторных операциях. Комбинация: отсутствие рестернотомии + отсутствие искусственного кровообращения позволяет существенно снизить риски нейрокогнитивных осложнений и ранней смертности у этой группы [7]. Сааджа и соавт. (2020) отмечают, что переход на off-pump при повторном АКШ снизил операционную летальность с ~6% до ~3% [7]. Европейские коллеги, указывают, что ЧКВ предпочтительнее, но при необходимости хирургической реваскуляризации следует рассматривать малоинвазивные стратегии во избежание рестернотомии [7].

Робот-ассистированная и торакоскопическая хирургия.

Прогресс техники позволил в ряде центров выполнять повторные операции с помощью роботизированных систем. Робот-ассистированная хирургия фактически является развитием торакоскопической: через несколько небольших разрезов вводятся инструменты-манипуляторы и камера, которыми хирург управляет дистанционно. В контексте повторных вмешательств имеются сообщения об успешном повторном коронарном шунтировании с помощью робота, а также повторных пластиках митрального клапана. Однако такие случаи единичны и ограничены центрами, имеющими соответствующее оборудование и опыт. Тем не менее, мета-анализы, сравнивавшие роботическую технику с обычной, показывают схожие или лучшие непосредственные результаты, хотя прямых сравнений именно в повторной хирургии мало [10,11]. Роботизация позволяет ещё сильнее сократить травму, однако увеличивает время операции и требует значительных ресурсов.

Транскатетерные вмешательства.

Строго говоря, транскатетерные методики не относятся к хирургическим вмешательствам. Однако, в контексте повторных операций их необходимо упомянуть, поскольку они представляют минимально инвазивную альтернативу открытой операции. Согласно современным клиническим рекомендациям, у пациентов с высоким операционным риском при дегенерации биопротеза аортального клапана предпочтение отдаётся клапан-в-клапан TAVI вместо повторной, открытой операции [12]. Это существенно снижает нагрузку на пациента и позволяет избежать рестернотомии. В отношении митрального клапана транскатетерные технологии также развиваются: выполняются имплантации клапанов в биопротезы, транскатетерное клипирование при вторичной митральной недостаточности и т.д. Хотя данные методы выходят за рамки классической хирургии, их роль в стратегии лечения пациентов, ранее оперированных на сердце, постоянно растёт. Поэтому гибридный подход – тщательное обсуждение в Heart Team различных опций – стал стандартом ведения сложных клинических случаев.

Сравнительный анализ методик: эффективность и безопасность

Смертность и общие исходы.

Практически все современные обзоры сходятся в одном: повторные операции через малоинвазивные доступы не уступают, а в ряде случаев превосходят по выживаемости традиционные вмешательства. Так, мета-анализ Hussain и соавт., объединивший 7 исследований (1070 пациентов), показал, что госпитальная смертность в группе мини-торакалотомии оказалась достоверно ниже, чем в группе повторной стернотомии [13]. Аналогично, более поздний мета-анализ Shirke и др. (12 исследований, 4514 пациентов) выявил снижение 30-дневной летальности в группе правосторонней мини-торакалотомии (ОР 0,59; 95% ДИ 0,39–0,90; $p < 0,05$) по сравнению с группой рестернотомии. В абсолютных показателях это соответствовало снижению смертности примерно с ~6% до ~3% [5]. Ещё одно сообщение Tariq и соавт., 2023, включило 12 исследований (4157 пациентов) и также продемонстрировало значимое снижение операционной летальности в группе малоинвазивных повторных операций (RR=0,54; 95% ДИ 0,37–0,80) [4]. В совокупности, по разным оценкам, риск смерти при повторной операции снижается на 40–50% при использовании минимально инвазивного доступа по сравнению с повторной срединной стернотомией [4,5]. Это чрезвычайно важный показатель, учитывая изначально высокую летальность подобных вмешательств.

Следует отметить, что полученные выводы

базируются в основном на ретроспективных нерандомизированных сравнениях. Возможен эффект отбора: хирурги могут выбирать малоинвазивный подход для более «легких» случаев, тогда как наиболее сложные пациенты всё же оперируются через стернотомию. Тем не менее, масштаб включённых данных и однородность результатов различных исследований свидетельствуют о правдивости тренда. Кривая обучения сыграла большую роль: в ранних работах 2000-х отмечалось увеличение длительности ИК и времени операции при мини-доступах, однако к 2020-м годам опыт центров нивелировал эти различия [5,4]. В мета-анализе Tariq et al. (2023) не обнаружено значимых различий во времени перфузии и ишемии миокарда между группами [4], то есть малотравматичные подходы более не «наказывают» увеличением времени операции при достаточном опыте бригад. По данным Shirke и соавт., средняя продолжительность госпитализации после операции была на ~3,7 дня меньше в группе мини-торакалотомии, что отражает более быстрое восстановление. Схожие результаты у Tariq и соавт. – сокращение пребывания в стационаре на ~4,2 дня [4,5].

Осложнения и безопасность.

Ключевой аспект безопасности – частота и профиль осложнений при разных методиках. Ретроспективные сравнения не выявили увеличения риска серьёзных осложнений при малоинвазивных подходах, напротив, по ряду параметров отмечены улучшения. Ниже приведены данные по основным осложнениям:

• Неврологические осложнения.

Частота инсульта оказалась схожей между группами. Например, Daemen и соавт. (2018) не нашли разницы в частоте инсульта (ОР 1,51; $p=0,34$) при сравнении мини-торакалотомии и стернотомии [2]. Shirke и соавт. (2022) также отметили отсутствие статистически значимых различий (ОР ≈ 1,03) [5].

• Острое повреждение почек.

Интересный вывод последних мета-анализов – существенно меньшая частота острой почечной недостаточности в группе минимально инвазивных вмешательств. Shirke и соавт. отмечают снижение риска развития почечной недостаточности требующей заместительной почечной терапии, при использовании правосторонней торакалотомии (ОР 0,38; 95% ДИ 0,22–0,65) [5]. Аналогичные цифры приводит Tariq и соавт. риск острого повреждения почек оказался ниже (ОР ~0,34) в группе миниторакотомии [5].

• **Кровопотеря и необходимость гемотрансфузий.** Малоинвазивные методики демонстрируют меньший объём интра- и послеоперационной кровопотери. В исследовании Burfeind и соавт. объём кровопотери

по страхованным дренажам после операции составил в среднем 352 мл при торакотомии против 1683 мл при повторной стернотомии. Соответственно, потребность в гемотрансфузии была значительно ниже (≈ 3 единицы эритромаксы при мини-доступе против 12 единиц при стернотомии). Более современные исследования также косвенно отражают эту тенденцию – например, Даемен и соавт., зафиксировали снижение частоты повторной операции по поводу кровотечения в группе мини-торакотомии (ОР 0,32; $p=0,049$) [2]. Меньшая кровопотеря связана с ограниченным рассечением тканей и отсутствием необходимости выполнять тщательный кардиолиз – большая часть средостения остаётся интактной. Это, в свою очередь, значительно улучшает послеоперационное течение, меньше переливаний – ниже риск реакций, инфекций и др.

• Инфекции раны и медиастинит.

Сокращение разреза и избежание повторной стернотомии приводит к снижению частоты инфекционных осложнений со стороны раны. Хотя не все исследования достигли статистической значимости по этому пункту Shirke и соавт. отметили тенденцию к снижению раневой инфекции, ОР 0,56, $p>0,05$ [5]. Торакотомия заживает быстрее и реже инфицируется, чем повторно распиленная грудина, особенно у пожилых.

• **Нарушения ритма.** Послеоперационная фибрилляция предсердий развивается в 30% случаев, после вмешательстве на сердце. Интересно, что применение малоинвазивного подхода не увеличивает этот риск. Мета-анализ Tatiq и соавт. не выявил различий в частоте развития послеоперационной фибрилляции предсердий между группами [4]. Вероятно, провоцирующие факторы в равной степени присутствуют и при мини-доступе, и при стернотомии. Важно, что мини-инвазивные подходы не приводят к учащению аритмий, что подтверждает её безопасность.

Помимо перечисленных, сравнивались и другие показатели: длительность искусственной вентиляции лёгких, время нахождения в реанимации, необходимость инотропной поддержки. По большинству таких критериев мини-инвазивные операции не уступали стандартным, а иногда показывали лучшие результаты. Например, продолжительность нахождения в отделении интенсивной терапии сокращалась на 0,5–2 суток при малоинвазивном подходе [4,5], хотя в мета-анализе Shirke разница не достигла статистической значимости. В целом же, безопасность минимально инвазивных повторных вмешательств оценивается как высокая. Международные рекомендации также постепенно внедряют положение о том, что при наличии соответствующего

опыта у хирурга малоинвазивный подход предпочтителен, если позволяет анатомия и характер поражения [12].

Для наглядности, в Таблице 1 приведены агрегированные данные нескольких крупных сравнительных исследований, показывающие количественные различия в исходах между малоинвазивными и стандартными повторными операциями.

Различные источники демонстрируют преимущество малоинвазивных подходов. Особенно показательно снижение летальности и тяжёлых осложнений. Стоит подчеркнуть, что ни одно из сравнений не показало ухудшения результатов при выборе минимально инвазивной тактики. Таким образом, с позиций доказательной медицины накоплен внушительный объём свидетельств в пользу малоинвазивного подхода в повторной кардиохирургии.

Заключение

Малоинвазивные методы прочно входят в практику повторной кардиохирургии, демонстрируя улучшение результатов у сложной категории пациентов. Анализ литературы за последние годы позволяет сделать следующие выводы:

• Правосторонний торакотомный доступ

при повторных операциях на митральном клапане доказал свою безопасность и эффективность. Он ассоциирован с более низкой оперативной смертностью (относительное снижение $\sim 40\text{--}50\%$) и более быстрым выздоровлением по сравнению с традиционной рестернотомией [4,5]. При этом радикальность вмешательства не страдает, а риск инсульта, аритмий и других осложнений не выше, чем при стандартном доступе [2,4]. Данные подтверждены мета-анализами и опытом крупных клиник.

• **Мини-стернотомия** является вариантом выбора при повторных вмешательствах на аортальном клапане и восходящей аорте, когда необходим хороший обзор средостения. Этот метод несколько уступает боковой торакотомии по «мини-инвазивности», однако всё равно менее травматичен, чем полная рестернотомия. Клинические отчёты свидетельствуют о приемлемых результатах: в опытных руках повторные операции через небольшой продольный разрез грудины не ассоциированы с увеличением летальности [6]. Тем не менее, риски, связанные с повторным рассечением грудины, полностью не исключаются.

• **Повторная коронарная реваскуляризация** всё чаще выполняется без повторной рестернотомии. Предпочтение отдается либо ЧКВ, либо торкаотомии. Подходы “без стернотомии и без ИК” доказали

Таблица 1. Клинические исследования, оценивающие различия в исходах между малоинвазивными и стандартными повторными операциями

Исследование (год)	Дизайн, выборка	Смертность (MI vs ST)	Основные результаты для MI-подхода
Daemen et al., 2018	Мета-анализ 6 наблюдательных исследований (n=777) по редо митральной хирургии (мини-торакотомия vs стернотомия)	2,7% vs 6,5% (OR 0,41, p=0,04)	↓ летальность на 59%; ↓ длительность стационара ~3,8 суток; ↓ повторные ревизии по поводу кровотечения (OR 0,32); инсульт – без разницы (OR 1,51)
Hussain et al., 2021	Мета-анализ 7 наблюдательных исследований (n=1070) редо MVR (мини- vs стернотомия)	3,3% vs 7,6% (p<0,05)	↓ госпитальная летальность; ↓ длительность пребывания в стационаре; инсульт, ИК-блок и инфекции – без отличий между группами
Shirke et al., 2022	Мета-анализ 12 исследований (n=4514) редо MVS (правосторонняя торакотомия vs повторная стернотомия)	4,2% vs 7,1% (OR 0,59, p=0,015)	↓ летальность (~40% относительное снижение); ↓ ОПП, требующей диализа (OR 0,38); ↓ инфекции раны (OR 0,56, не signif); ↓ длительность стационара на 3,7 дня; отличие по инсульту отсутствует
Tariq et al., 2023	Мета-анализ 12 исследований (n=4157) редо MVS (мини-инвазивно vs sternotomy)	RR 0,54 (95% ДИ 0,37–0,80, p<0,01)	↓ летальность (~в 2 раза); ↓ длительность ОРИТ ~2 сут; ↓ стационар ~4 сут; ↓ частота острого почечного повреждения (OR 0,34); нет различий по времени ИК и пережатия аорты, по инсульту, ФП, инфекциям, реоперациям по кровотечению
Santarpino et al., 2020	Многоцентровое исследование (регистр SURD-IR, n=63) – редо протезирование аортального клапана через мини-стернотомии с использованием сультурлес-систем	0% vs ~5–10%* (ожидаемая риск по EuroSCORE II)	0 случаев госпитальной смерти; 4,8% инсультов; 0% инфекций; отличные гемодинамические результаты. Показано, что при невозможности TAVI, такой подход – безопасная альтернатива.
Sajja (обзор), 2020	Обзор и данные центра (redo CABG, преимущественно off-pump, n~300)	3,5% vs 6–7% (оценочно)**	Описано снижение летальности до 3,5% при переходе на off-pump у 296 пациентов (за 10 лет); в опытных центрах (Taggart) достигнута смертность ~1% на 159 редо АКШ; отмечено, что отдаленная выживаемость после редо АКШ и PCI сопоставима при грамотном отборе пациентов.

Примечание: MI – малоинвазивная методика (мини-торакотомия или мини-стернотомия); ST – повторная срединная стернотомия; OR – отношение шансов; RR – относительный риск; ИК – искусственное кровообращение; ФП – фибрилляция предсердий. Для Santarpino и соавт. в таблице приведены сравнения с ожидаемым риском и литературными данными по стандартной хирургии, так как прямой сравнительной группы не было. В обзоре Sajja не приводится единая контрольная группа; оценка ~6–7% основана на типичной летальности по литературе для повторного АКШ в тот период [7].

снижение интраоперационных рисков, в частности, уменьшают частоту инсультов и необходимость переливаний [7]. Это отражено и в международных рекомендациях: например, в руководствах ESC/EACTS по реваскуляризации указывается, что при повторных вмешательствах следует рассмотреть менее инвазивные опции, а при наличии функционирующих шунтов избегать открытой стернотомии, если возможно [7].

• **Профиль осложнений** при малоинвазивной повторной хирургии благоприятнее: отмечено снижение частоты острого повреждения почек, инфекций грудины, объёма кровопотери и повторных ревизий по поводу кровотечения [2,4]. Частота таких грозных осложнений, как инсульт и инфаркт миокарда, не увеличивается. Немаловажно, что пациенты быстрее возвращаются к нормальной активности – за счёт менее выраженного болевого синдрома, отсутствия необходимости заживления грудины и меньшего пребывания в стационаре [5]. Всё это улучшает качество жизни в послеоперационном периоде.

• **Ограничения методик.** Несмотря на перечисленные преимущества, малоинвазивный подход не универсален. Он требует специального оснащения и опыта команды. Существуют ситуации, когда повторная стернотомия неизбежна – например, при сочетании необходимости повторной клапанной операции и одновременного шунтирования или при сложных врожденных пороках, требующих обширного доступа. Кроме того, пока не проведено ни одного многоцентрового РКИ, напрямую сравнившего две тактики у однотипных пациентов; наличие систематической ошибки отбора полностью исключить нельзя. Тем не менее, накопленные данные уже легли в основу изменения подходов к лечению: всё больше клиницистов склоняются к «меньшему разрезу» при повторной хирургии, если нет противопоказаний.

• Рекомендации и перспектива.

Национальные и международные рекомендации отражают растущий интерес к малоинвазивным подходам. В американских руководствах (ACC/AHA 2020) подчёркивается, что у пациентов высокого риска следует избегать повторной открытой операции, отдавая предпочтение либо транскатетерным методикам, либо минимально инвазивной хирургии [12]. В России всё больше центров перенимает этот опыт; в диссертационных работах последних лет обоснована целесообразность малоинвазивных доступов при повторных вмешательствах на клапанах [9]. Таким образом, можно ожидать, что в ближайшем будущем доля повторных операций, выполняемых малоинвазивно, будет неуклонно расти. Развитие технологий – от улучшенной визуализации до новых поколений искусственных клапанов – будет способствовать дальнейшему снижению травматичности повторной кардиохирургии [6].

В заключение, малоинвазивный подход в повторной кардиохирургии зарекомендовал себя как безопасная и эффективная альтернатива традиционной рестернотомии. Он обеспечивает достижение целей операции при лучшей переносимости для пациента. Современная литература подтверждает снижение смертности, укорочение госпитализации и снижение ряда осложнений при использовании минимальных доступов. Несмотря на отсутствие рандомизированных данных, накопленный опыт убедителен и стимулирует дальнейшее внедрение данных методик. Каждому пациенту необходим индивидуальный подход с участием мультидисциплинарной команды – с учётом опыта центра, анатомических особенностей и сопутствующих рисков. В большинстве случаев стоит рассмотреть менее инвазивные опции, которые в руках опытных хирургов демонстрируют превосходные результаты. Это соответствует главной цели современной хирургии – обеспечить наилучший возможный исход при наименьшей нагрузке на пациента.

Информация об авторах

Комаров Роман Николаевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия.
<https://orcid.org/0000-0002-3904-6415>

Исмаилбаев Алишер Маккамджанович, д.м.н., заведующий отделением хирургии приобретенных и врожденных пороков сердца Национального меди-

цинского центра, г. Ташкент, Республика Узбекистан. №1,
<https://orcid.org/0000-0001-8545-3276>

Даначев Александр Одиссеевич, к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия.
<https://orcid.org/0000-0001-9296-3119>

Список литературы / References

1. Zia Khan M, Zahid S, Khan MU, Kichloo A, Jamal S, Mannan Khan Minhas A, Ullah W, Sattar Y, Balla S. Redo Surgical Mitral Valve Replacement Versus Transcatheter Mitral Valve in Valve From the National Inpatient Sample. *J Am Heart Assoc.* 2021 Sep 7;10(17):e020948. doi: 10.1161/JAHA.121.020948. Epub 2021 Aug 28. PMID: 34459226; PMCID: PMC8649266.
2. Daemen JHT, Heuts S, Olsthoorn JR, Maessen JG, Sardari Nia P. Right minithoracotomy versus median sternotomy for reoperative mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018 Nov 1;54(5):817-825. doi: 10.1093/ejcts/ezy173. PMID: 29688301.
3. Burfeind WR, Glower DD, Davis RD, Landolfo KP, Lowe JE, Wolfe WG. Mitral surgery after prior cardiac operation: port-access versus sternotomy or thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2002 Oct;74(4):S1323-5. doi: 10.1016/s0003-4975(02)03909-7. PMID: 12400809.
4. Tariq MA, Malik MK, Uddin QS, Altaf Z, Zafar M. Minimally Invasive Procedure versus Conventional Redo Sternotomy for Mitral Valve Surgery in Patients with Previous Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Chest Surg.* 2023 Nov 5;56(6):374-386. doi: 10.5090/jcs.23.038. Epub 2023 Oct 11. PMID: 37817430; PMCID: PMC10625962.
5. Shirke MM, Ravikumar N, Shawn TJX, Mutsonziwa N, Soh V, Harky A. Mitral valve surgery via repeat median sternotomy versus right mini-thoracotomy: A systematic review and meta-analysis of clinical outcomes. *J Card Surg.* 2022 Dec;37(12):4500-4509. doi: 10.1111/jocs.17101. Epub 2022 Nov 6. PMID: 36335611.
6. Santarpino G, Berretta P, Kappert U, Teoh K, Mignosa C, Meuris B, Villa E, Albertini A, Carrel TP, Misfeld M, Martinelli G, Phan K, Miceli A, Folliguet T, Shrestha M, Solinas M, Andreas M, Savini C, Yan T, Fischlein T, Di Eusanio M. Minimally Invasive Redo Aortic Valve Replacement: Results From a Multicentric Registry (SURD-IR). *Ann Thorac Surg.* 2020 Aug;110(2):553-557. doi: 10.1016/j.athoracsur.2019.11.033. Epub 2020 Jan 16. PMID: 31954690.
7. Yang B, Koprivanac M, Bakaeen FG. Redo coronary artery bypass grafting: when and how. *Curr Opin Cardiol.* 2024 Nov 1;39(6):496-502. doi: 10.1097/HCO.0000000000001169. Epub 2024 Aug 12. PMID: 39356274.
8. Иванов В.А., Мью С.Х., Евсеев Е.П., Айдамиров Я.А. Повторные хирургические вмешательства на клапанах сердца у взрослых пациентов. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014;7(6):82-91.
9. Ivanov VA, M'io SKh, Evseev EP, Aïdamirov IaA. Repeated surgical interventions on the heart valves in adults. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2014;7(6):82-91. (In Russ.)
9. Повторные операции на клапанах сердца после операции в условиях искусственного кровообращения тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 14.01.26, кандидат наук Мью Све Хтэй
10. Onorati F, Perrotti A, Reichart D, Mariscalco G, Della Ratta E, Santarpino G, Salsano A, Rubino A, Biancari F, Gatti G, Beghi C, De Feo M, Mignosa C, Pappalardo A, Fischlein T, Chocron S, Detter C, Santini F, Faggian G. Surgical factors and complications affecting hospital outcome in redo mitral surgery: insights from a multicentre experience. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016 May;49(5):e127-33. doi: 10.1093/ejcts/ezw048. Epub 2016 Mar 16. PMID: 26984984.
11. Al Shamry A, Jegaden M, Ashafy S, Eker A, Jegaden O. Minithoracotomy versus sternotomy in mitral valve surgery: meta-analysis from recent matched and randomized studies. *J Cardiothorac Surg.* 2023 Apr 6;18(1):101. doi: 10.1186/s13019-023-02229-x. PMID: 37024952; PMCID: PMC10080824.
12. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines
13. Hussain A, Chacko J, Uzzaman M, Hamid O, Butt S, Zakai SB, Khan H. Minimally invasive (mini-thoracotomy) versus median sternotomy in redo mitral valve surgery: A meta-analysis of observational studies. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2021 Nov;29(9):893-902. doi: 10.1177/0218492321997084. Epub 2021 Feb 20. PMID: 33611952.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ И ГИБРИДНОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Краткое название: Неинвазивная диагностика и лечение фибрилляции предсердий

Стребкова Е.Д.¹, Артюхина Е.А.^{1,2}, Ревивили А.Ш.^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Большая Серпуховская ул., д. 27.

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1

Для корреспонденции: Елизавета Дмитриевна Стребкова, elizabeth.strebkova@yandex.ru; адрес: ул. Большая Серпуховская, 27, Москва, Российская Федерация, 115093

Основные положения

В настоящее время особый интерес представляет неинвазивное поверхностное картирование сердца, позволяющее на предоперационном этапе изучить патогенез желудочковых и предсердных аритмий. Поиск субстрата персистирующих форм фибрилляции предсердий до сих пор изучается, так как изолированная изоляция устьев легочных вен в отношении данной когорты пациентов показывает крайне низкую эффективность в отдаленном периоде наблюдения. В связи с чем разрабатываются и модифицируются гибридные методы лечения устойчивых форм фибрилляции предсердий. Представленный литературный обзор освещает основные направления неинвазивного картирования аритмий и современные подходы лечения непароксизмальных форм фибрилляции предсердий.

Аннотация

Разработка методов неинвазивного поверхностного картирования сердца, с высокой точностью позволяет определить локализацию аритмогенного очага, что способно повысить качество и эффективность интервенционных и кардиохирургических вмешательств в отдаленном периоде наблюдения. Активная интеграция отечественной системы поверхностного картирования «Амикард 01С» значительно повысила воспроизводимость предоперационной диагностики жизнеугрожающих аритмий, позволив своевременно оценить и детально изучить сложный электрофизиологический патогенез желудочковых и предсердных тахикардий.

Большой клинический опыт, продемонстрировал высокую точность поверхностного картирования. В связи с этим, стало возможно выполнение интервенционных вмешательств, в ряде случаев, без дополнительного интраоперационного эндокардиального картирования.

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной тахикардией, частота её встречаемости в общей популяции составляет 1-2% среди всех сердечных аритмий. Катетерные методы лечения ФП показывают крайне низкую эффективность, в отношении персистирующих и длительно-персистирующих форм ФП, снижаясь с каждой последующей процедурой абляции.

В связи с этим, для пациентов с персистирующей и длительно-персистирующей формами ФП рационально рассматривать двухэтапный или гибридный (одномоментный) подход лечения аритмии, объединяющий в себя эпи- и эндокардиальные абляции. Эффективность этапного лечения персистирующих и длительно-персистирующих форм ФП в нашем центре составила 86,9% в течение трехлетнего периода наблюдения.

В будущем, наряду с неинвазивными методами картирования аритмогенных зон, станет возможным выполнение неинвазивной стереотаксической радиоабляции сердечных аритмий с помощью линейных ускорителей. Первые опыты применения неинвазивных «операций» позволяют в ряде случаев устранить жизнеугрожающие нарушения сердечного ритма.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий • поверхностное картирование • торакоскопическая абляция • гибридное лечение • стереотаксическая лучевая терапия

NON-INVASIVE DIAGNOSIS AND HYBRID TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION

Running title: Non-invasive diagnosis and treatment of atrial fibrillation

E.D. Strebkova¹, E.A. Artyukhina^{1,2}, A.Sh. Revishvili^{1,2}

¹ *Federal State Budgetary Educational Institution "A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation*

² *Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation*

For correspondence: Elizaveta D. Strebkova, elizabeth.strebkova@yandex.ru; address: 27, Bolshaya Serpukhovskaya St., Moscow, Russian Federation, 115093

Highlights

Currently, non-invasive surface mapping of the heart is of particular interest, allowing preoperative study of the pathogenesis of ventricular and atrial arrhythmias. The search for the substrate of persistent atrial fibrillation is still under investigation, as isolated pulmonary vein isolation in this cohort of patients shows very low efficacy in the long-term follow-up period. Therefore, hybrid methods of treatment of resistant forms of atrial fibrillation are being developed and modified. The presented literature review highlights the main directions of non-invasive arrhythmia mapping and current approaches to the treatment of nonparoxysmal atrial fibrillation.

Abstract

The emergence of novel non-invasive methods of body surface cardiac mapping allows detecting arrhythmogenic focus localization with high accuracy and contributes to superior long-term outcomes following interventional and cardiac procedures. The implementation of the original body surface cardiac mapping system "Amicard 01C" into routine clinical practice has increased drastically the reproducibility of preoperative diagnosis of life-threatening arrhythmias, timely assessment, and investigation of the complex electrophysiological pathogenesis of ventricular and atrial tachyarrhythmias.

Extensive clinical experience has proven the high accuracy of body surface cardiac mapping enabling to perform interventional procedures without additional intraoperative endocardial mapping.

Atrial fibrillation (AF) is the most common cardiac arrhythmia, affecting 1-2% of the general population. Catheter AF ablation is less effective for treating persistent and long-standing persistent AF. A failed catheter ablation is associated with more reduced efficacy of further ablation procedure in patients with persistent and long-standing persistent AF.

Therefore, it is rationale to consider a two-stage or hybrid approach combining epi- and endocardial ablations in patients with persistent and long-standing persistent AF. The 3-year freedom from persistent and long-standing persistent AF reached 86.9% among patients who underwent staged treatment in the A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery.

Non-invasive stereotactic radioablation of cardiac arrhythmias using linear accelerators is projected to become highly-demanded method in the near future along with non-invasive cardiac mapping modes. The first clinical cases of non-invasive radioablations have shown beneficial effects for treating life-threatening cardiac arrhythmias.

Keywords: atrial fibrillation • body surface cardiac mapping • thoracoscopic ablation • hybrid treatment • stereotactic radioablation

Список сокращений

АВ – атриовентрикулярный
ЖТ – желудочковые тахикардии
ИКД – имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор
КА – катетерная абляция
КН – радиохирургический ускоритель (CyberKnife, CN)

КТ – компьютерная томография
КТИ – каватрикуспидальный истмус (перешеек)
ЛВ – легочные вены
ЛВЛВ – левая верхняя лёгочная вена
ЛЖ – левый желудочек
ЛП – левое предсердие
ЛУ – линейный ускоритель (CLA)

МРТ – магнитно-резонансная томография
ПВЛВ – правая верхняя легочная вена
СРАА – стереотаксической радиоабляции аритмий (stereotactic arrhythmia radio ablation, STAR)
СРТТ – стереотаксическая радиотерапия тела (stereotactic body radiotherapy, SBRT)

СССУ – синдром слабости синусового узла
ТП – трепетание предсердий
ФП – фибрилляция предсердий
ЭИТ – электроимпульсная терапия
ЭФИ – электрофизиологическое исследование

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной тахикардией, частота её встречаемости в общей популяции составляет 1-2% среди всех сердечных аритмий [1, 2]. В течение последующих лет ожидается увеличение больных ФП, вследствие стремительного демографического старения населения.

Основные риски, ассоциированные с ФП обусловлены тромбоэмболическими осложнениями, а в ряде случаев сопровождаются аритмогенным коллапсом. ФП увеличивает общую смертность в 1,9 раза, риск инсульта в 5 раз и является причиной аритмогенной кардиомиопатии и застойной сердечной недостаточности [3].

Поиск оптимальных, безопасных, минимальноинвазивных методов лечения, изолированных непароксизмальных форм ФП, на долю которых приходится до 70% от всех форм ФП, приближенных по своей эффективности к классической процедуре «Сох-Maze», является глобальной проблемой современной аритмологии [1, 4].

Благодаря работе Haïssaguerre M. и соавт. [5] было установлено, что основной мишенью катетерных абляций (КА) при ФП следует считать легочные вены, но эффективность радиочастотной абляции в отношении персистирующих форм ФП оказалась крайне низкой [1, 2]. Данные эндокардиального электроанатомического картирования у пациентов с непароксизмальными формами ФП обычно демонстрируют области выраженной низкоамплитудной активности в левом предсердии [6]. В таких случаях долгосрочный успех КА составляет 20-60%, снижаясь с каждой последующей процедурой [7, 8].

Решение обратной задачи электрокардиографии, основанное на вычислительной реконструкции электрофизиологических процессов сердца, позволило выполнить одномоментное поверхностное картирование всех сердечных камер, с диагностической точностью 88,3 – 94% при желудочковых аритмиях и 92% точностью при предсердных аритмиях [9, 10]. Таким образом, благодаря поверхностному картированию можно получить информацию о диагностической ценности, сопоставимую с результатами инвазивного электрофизиологического исследования сердца. Своевременное, предоперационное построение биатриальных карт распространения «драйверов» ФП с использованием систем неинвазивного картирования при непароксизмальных формах ФП, может способствовать повышению эффективности, предстоящей абляции, на

этапе ее планирования [11].

Билатеральная видеоассистированная торакоскопическая эпикардиальная абляция, предложенная в 2005 году R.Wolf и соавт. [16], стала основным методом лечения изолированных длительно-персистирующих форм ФП. Данный метод может включать: изоляцию устьев легочных вен, абляцию ганглионарных сплетений, фрагментацию задней стенки ЛП, дополнительные линейные абляции, пересечение связки Маршалла и удаление ушка ЛП с целью профилактики развития тромбоэмболических событий. Долгосрочные наблюдения изолированной торакоскопической абляции (ТА) ограничены пятилетним периодом наблюдения, по данным которых свобода от ФП составляет 38-69% из-за разнородности пациентов, техники операции и периода наблюдения [8, 13].

Для некоторых пациентов с персистирующей и длительно-персистирующей формами ФП рационально рассматривать двухэтапный или гибридный подход лечения, объединяющий в себя эпи- и эндокардиальные абляции, показывающие более высокий процент удержания синусового ритма в отдаленном периоде наблюдения.

В последнее время стереотаксическое облучение при помощи линейных ускорителей заряженных частиц, стало одним из новых методов лечения устойчивых жизнеугрожающих сердечных аритмий. В мировой литературе представлена серия клинических наблюдений о применении данной неинвазивной радиоабляции для устранения желудочковых тахикардий. В последнее время стали появляться работы об эффективном применении стереотаксического облучения для лечения ФП с минимальной частотой осложнений, вследствие дозированного, строго ограниченного направления гамма-волн облучения [14-17].

Таким образом, цель данного обзора представить последние данные о возможностях поверхностного картирования персистирующих форм ФП, рассмотреть современные тенденции и направления в развитии высокоэффективного лечения непароксизмальных форм ФП с возможным переходом к неинвазивной радиоабляции тахикардий.

Материал и методы

Обзор медицинской литературы, опубликованной в период с 2013 г. по 2023 г., проводился с использованием данных информационно-аналитических систем MEDLINE, Scopus, Clinicaltrials.

gov, Google Scholar и Web of Science. Стратегия поиска проводилась в соответствии с запросом, сформулированным по критериям PICO (Пациент–Вмешательство–Сравнение–Исход) [18]. В представленный обзор литературы включено 30 исследований.

Материал и методы

Обзор медицинской литературы, опубликованной в период с 2013 г. по 2023 г., проводился с использованием данных информационно-аналитических систем MEDLINE, Scopus, Clinicaltrials.gov, Google Scholar и Web of Science. Стратегия поиска проводилась в соответствии с запросом, сформулированным по критериям PICO (Пациент–Вмешательство–Сравнение–Исход) [18]. В представленный обзор литературы включено 30 исследований.

Неинвазивное поверхностное компьютерное картирование сердца

Неинвазивное активационное картирование сердца – это инновационная электрокардиографическая методика. Данный метод неинвазивного картирования электрической активности сердца основан на принципе решения обратной задачи электрокардиографии в форме потенциалов – вычислительной реконструкции потенциала электрического поля на поверхности миокарда по измеренному потенциалу на поверхности тела [10, 11].

На основании вышесказанного, были разра-

ботаны системы неинвазивного поверхностного картирования: отечественная система «Амикард» (ООО «АМИКАРД», Москва) и американский аналог ECVUE (CardioInsight, Medtronic Inc, Minneapolis, Minn), получающие широкое применение в клинической практике, перед выполнением интервенционных и открытых кардиохирургических вмешательств. Система поверхностного картирования «Амикард», разработанная академиком РАН А.Ш. Ревиншвили и группой ученых из МГУ, позволяет в предоперационном периоде верифицировать зону ранней активации аритмогенного очага, регистрируя данные как с эпикарда, так и с эндокарда, в отличие от системы CardioInsight, верифицирующую очаги исключительно на эпикардильной поверхности сердца [10, 19].

Поверхностное картирование сердца с использованием системы «Амикард 01С» включает несколько этапов. В первый этап проводится поверхностная синхронизированная регистрация ЭКГ с 224 монополюсных отведений, 6 стандартных отведений от конечностей и 6 грудных отведений. Полоски для 8-ми электродов ЭКГ фиксируются вертикально по всей окружности грудной клетки.

Второй этап исследования включает выполнение компьютерной томографии с контрастированием или МРТ для анатомической разметки эпикардальных электродов и получения топографоанатомического положения сердца (рис. 1).

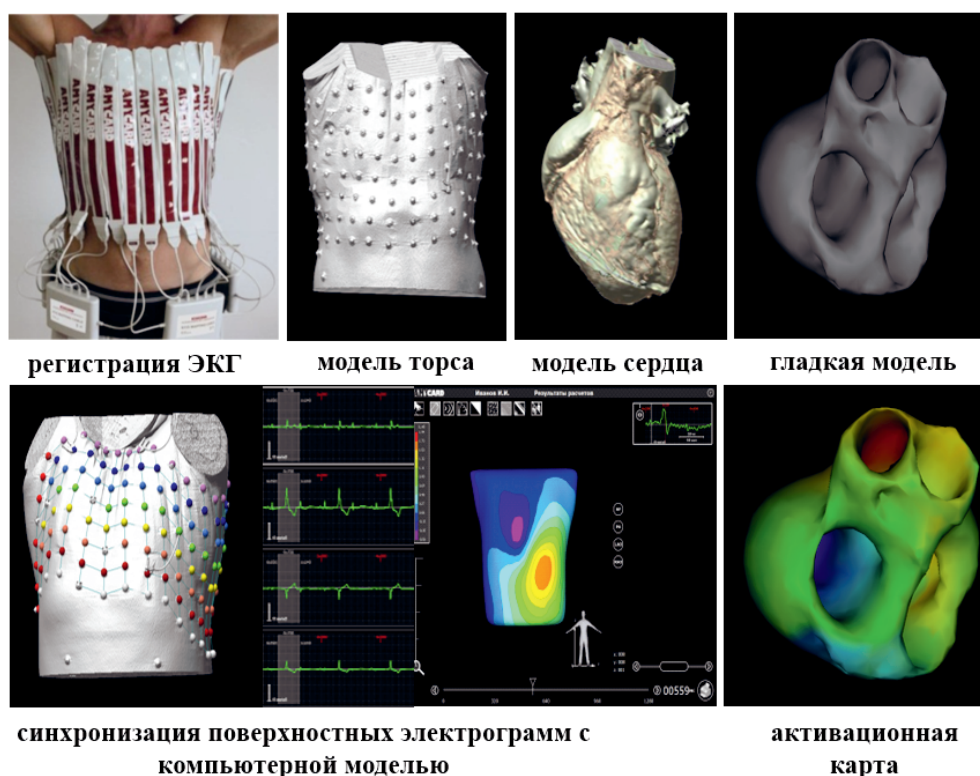


Рисунок 1. Этапы выполнения поверхностного картирования с использованием системы «Амикард 01С».
Figure 1. Stages of surface mapping using the Amicard 01C system

На третьем этапе проводится обработка ЭКГ и данных компьютерной томографии или МРТ на программном комплексе «Амикард 01С». Каждый сигнал ЭКГ привязывается к соответствующему электроду на реконструированной поверхности тела. Далее выполняется построение эпи- и эндокардиальной 3D-моделей интересующей камеры сердца или всего сердца целиком, на которых строятся изопотенциальные и изохронные карты (рис. 1) [10, 19].

Согласно опубликованным данным диагностическая точность программно-аппаратного комплекса «Амикард» у пациентов с желудочковыми аритмиями составляет 88,3% и может быть выше 90% при локализации аритмогенного фокуса в выводных отделах правого и левого желудочков [10]. Применение методов поверхностного картирования при ФП является более сложной задачей. В 2015 г. А.Ш. Ревишвили с соавт. провели мультицентровое исследование по оценке достоверности эндокардиального и неинвазивного эпикардиального картирования, показавшее высокую точность последнего метода [20].

Таким образом, неинвазивное поверхностное картирование сердца позволяет преодолеть ряд ограничений систем инвазивного эндокардиального картирования: (1) минимизация осложнений, ассоциированных с инвазивностью; (2) одномоментная биатриальная электрофизиологическая оценка; (3) анатомические особенности локализации аритмогенного очага (эпи- и эндокардиально, труднодоступные анатомические структуры для диагностического катетера); (4) эпизодические аритмии, возможность картирования за один сердечный цикл.

Распространение и характеристика локальных драйверов фибрилляции предсердий

Поверхностное картирование при диагностике ФП позволяет более детально изучить и понять патогенез данной аритмии, обеспечивая лучший прогноз интервенционного и хирургического лечения.

Предсердные электрические потенциалы, в отличие от желудочковых комплексов, являются низкоамплитудными. В связи с этими особенностями при проведении поверхностного картирования сердца при ФП надо учитывать ряд требований. Так, в анализ электрокардиограмм обязательно должны быть включены последовательные R-R интервалы с паузами ≥ 1000 мс, в момент автофокусировки. Для минимизации помех QRST, для анализа отбираются только сегменты T-Q. Для пациентов с выраженной тахикардией, для замедления АВ-проведения, с целью создания адекватного окна проведения вводится дилтиазем.Arteфакты записи в мор-

фологии сигнала убираются на этапе фильтрации электрокардиограмм.

Активационные карты строятся на основании метода, основанном на отклонении униполярных электрокардиограмм ($-dV/dT_{max}$). При глобальной регистрации сердечных сигналов могут быть применены алгоритмы фазовой визуализации, так волновые фронты деполяризации и реполяризации предсердий вычисляются по значениям изофазы, соответствующих $\pi/2$ и $-\pi/2$. Завершающим этапом обработки поверхностного картирования является синхронизация активационной карты с трехмерной моделью предсердий [21].

Таким образом, неинвазивное картирование сердца при персистирующих формах ФП, выполненное перед торакоскопической аблацией или гибридным лечением ФП, на наш взгляд, является перспективным методом диагностики аритмогенного субстрата.

Гибридное лечение фибрилляции предсердий

Совершенно недавно, были разработаны одноэтапные и двухэтапные гибридные подходы в лечении ФП, позволяющие избирательно использовать преимущества как торакоскопической (эпикардиальной), так и катетерной (эндокардиальной) аблаций. Эффективность гибридного лечения ФП по данным нескольких исследований варьирует от 38% до 83% в течение 5-ти летнего периода наблюдения и зависит от общей длительности ФП, формы ФП и приема антиаритмических препаратов [7, 8].

Данные нашего центра показали, что видеоассистированную торакоскопическую аблацию фибрилляции предсердий следует считать эффективным методом устранения аритмии для пациентов с персистирующей и длительно-персистирующей формой ФП. Свобода от предсердных тахикардий составила 78,0% в отношении персистирующей ФП и 63% при длительно-персистирующей ФП в течение трехлетнего периода наблюдения [8, 22, 23].

В нашем исследовании дополнительные КА через 3 месяца после ТА потребовались 17% пациентам. Перед процедурой эндокардиальной аблации всем пациентам выполнялось высокоплотное картирование ЛП с изучением зон изоляции и зон прорыва возбуждения. Легочные вены были изолированы у всех пациентов, что подтверждает достижение трансмуральности при использовании аблационного биполярного зажима.

У 9 (9%) пациентов с атипичным ТП зона нестойкой торакоскопической аблации верифицировалась в области верхней линии «Box lesion» крыши ЛП.

Этим пациентам были выполнены эндокар-

диальные линейные абляции между верхними ЛВ. Отмечалось восстановление синусового ритма или смена фронта активации с левопредсердного на правопредсердный.

Перимитральное ТП с верификацией зоны

замедленного проведения по передней стенке ЛП выявлено у 2 (2%) пациентов. Выполнены линейные радиочастотные воздействия от крыши ЛП к митральному истмусу с восстановлением синусового ритма (рис. 2).

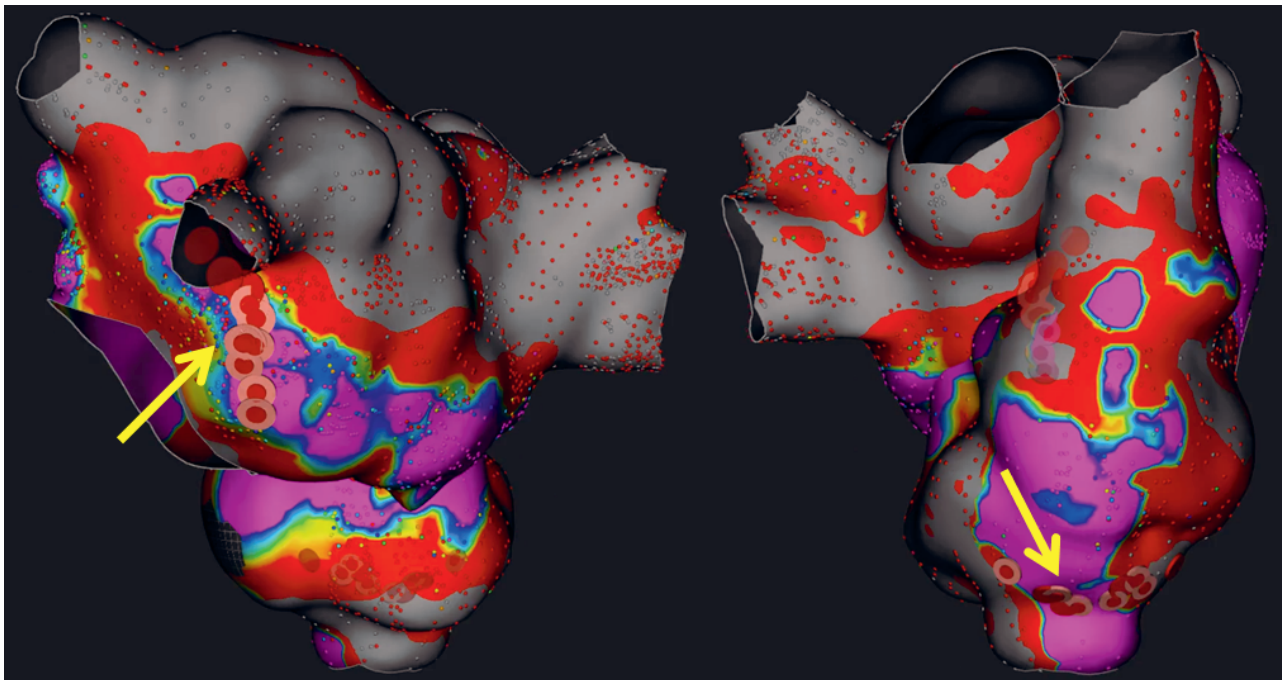


Рисунок 2. Высокоплотное картирование с дополнительными эндокардиальными абляциями (желтые стрелки) в области митрального истмуса и области кавотрикуспидального истмуса. Впервые опубликовано в [7], воспроизводится с разрешения редакции журнала «Вестник аритмологии».

Figure 2. High-density mapping with additional endocardial ablations (yellow arrows) in the mitral isthmus and cavotricuspid isthmus regions. First published in [7], reproduced with permission of the editors of the Journal of Arrhythmology Vestnik.

У 6/17 (35%) пациентов, прошедших дополнительные КА, регистрировались области низкоамплитудной активности всей задней стенки ЛП. Данный фактор может свидетельствовать о выраженном ремоделировании левого предсердия с фибротическими изменениями миокарда ЛП у пациентов с персистирующими и длительно-персистирующими формами ФП.

У двух пациентов регистрировалось типичное трепетание предсердий, в связи с этим была выполнена радиочастотная КА кавотрикуспидального истмуса (КТИ), с успешным восстановлением синусового ритма.

Эффективность этапного лечения ФП составила 100% в течение 3 месяцев после выполнения второго этапа (катетерной абляции). В отдаленном периоде наблюдения (через 3 года после дополнительной КА) эффективность двухэтапного лечения непароксизмальных форм ФП составила 86,9%. Таким образом, следует рассмотреть возможность этапного подхода, как метод выбора, для лечения персистирующих и длительно-персистирующих форм ФП [8].

Важным преимуществом ТА является возможность ампутации ушка левого предсердия. Сегодня не существует единого мнения в отно-

шении оптимальной профилактики тромбоэмболических событий у пациентов с ФП. Однако доказано, что до 90-95% всех тромбов у больных с неклапанной ФП формируется в ушке ЛП. В связи, с чем огромное клиническое значение имеет окклюзия или ампутация ушка ЛП [22, 23].

В нашем центре предпочтение отдается эндоскопическому режущо-сшивающему аппарату, который хорошо зарекомендовал себя при проведении торакоскопической абляции. Ампутация ушка ЛП была выполнена в 100%. Все анастомозы в области культи ушка ЛП были состоятельны [22].

Торакоскопическая абляция в сочетании с ампутацией ушка левого предсердия существенно снижает риски тромбоэмболических осложнений. Данный метод имеет простой и безопасный подход, ни у одного из наших пациентов в отдаленном периоде наблюдения не зарегистрированы события MACE [29, 30].

Таким образом, к преимуществам гибридного и этапного лечения ФП можно отнести: (1) возможность интраоперационного или на втором этапе операции подтверждение блокады проведения вследствие выполнения ЭФИ; (2) возможность использования высокоплотного картирова-

ния для подтверждения зон низкоамплитудной активности; (3) повышение эффективности и качества выполнения эпикардиальных абляций, надежность достижения трансмуральности; (4) выполнение дополнительных эндокардиальных абляций к кольцу митрального клапана и линии КТИ, что малоэффективно со стороны эпикарда; (5) снижение частоты больших и малых осложнений.

Опыт неинвазивной стереотаксической радиоабляции тахиаритмий

Стереотаксическая лучевая терапия (Stereotactic ablative radiotherapy, SABR) была впервые представлена нейрохирургом Lars Leksell в 1950-х годах как неинвазивный метод лечения недоступных поражений в глубине головного мозга [24].

Представленные две экспериментальные модели на животных [25, 26] продемонстриро-

вали, что SABR сердца осуществима, вызывает электрофизиологические эффекты за счет образования рубцовых изменений в миокарде. Всё это заложило фундамент для начала клинических испытаний в лечении сложных симптоматических тахиаритмий.

Впервые в нашей стране, специалистами из ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России и ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России были проведены исследования о возможности применения SABR при лечении сердечных аритмий. Первоначально отечественными учёными были представлены данные в эксперименте на животных [17]. При гистологическом анализе образцов сердец выявлено, что устойчивое морфологическое повреждение было достигнуто при всех примененных дозах облучения (рис. 3).

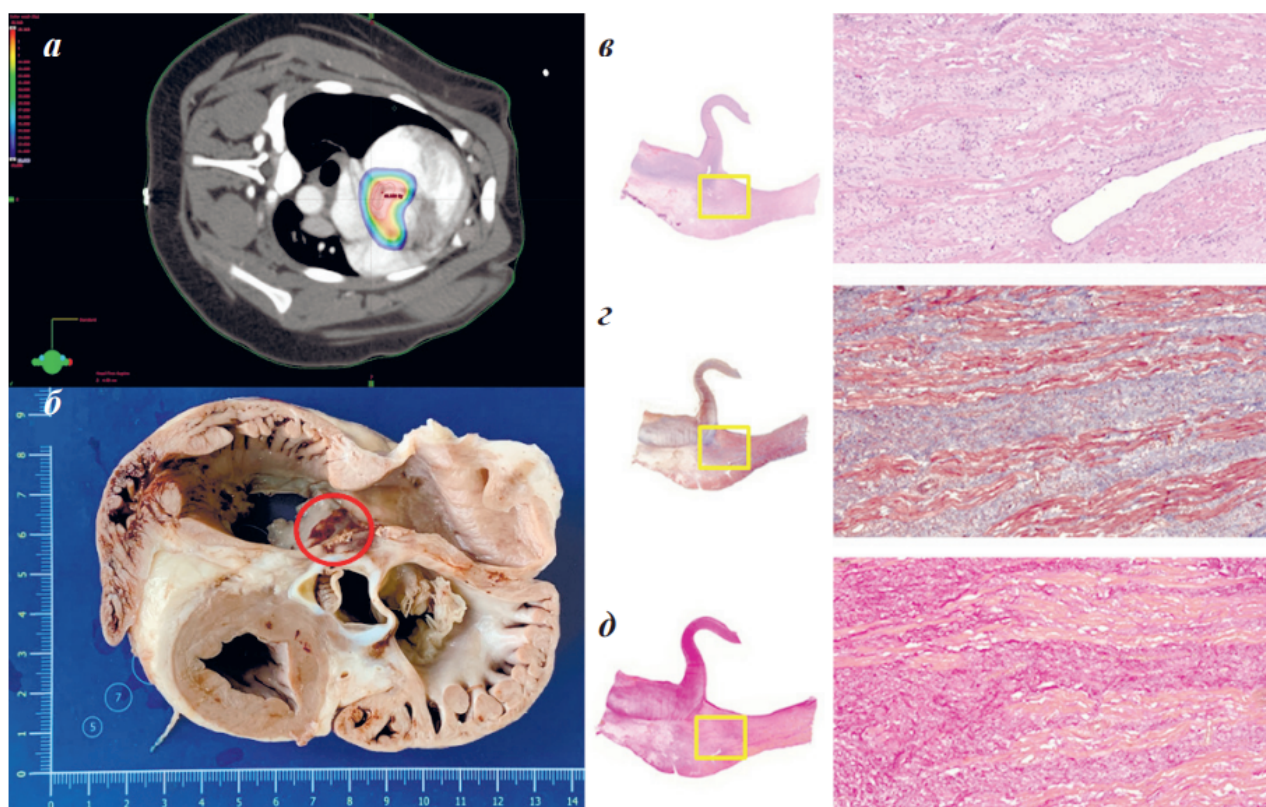


Рисунок 3. Дозовое распределение в «мишени» (атриовентрикулярный узел) и прилегающих тканях на серии компьютерных томограмм сердца свиньи с контрастным усилением в аксиальной проекции в системе планирования лечения (а). Макропрепарат сердца свиньи, красной окружностью отмечена зона повреждения радиоабляции (б). Микропрепарат (увеличение 40-200) с окраской гематоксилином-эозином (в), трихромом по Массону (г) и пикрофуксином по ван Гизону (д) области атриовентрикулярного узла после выполнения радиоабляции. Впервые опубликовано в [17], воспроизводится с разрешения редакции журнала «Вестник аритмологии».

Figure 3. Dose distribution in the 'target' (atrioventricular node) and adjacent tissues on a series of contrast-enhanced computed tomograms of the pig heart in axial projection in a treatment planning system (a). Macro preparation of pig heart, red circle indicates the area of radioablation damage (b). Micro preparation (magnification 40-200) with haematoxylin-eosin (c), Masson trichrome (d) and van Gieson picrofuchsin (e) staining of the atrioventricular node area after radioablation. First published in [17], reproduced with permission of the editors of the Journal of Arrhythmology Vestnik.

Объемы лучевого поражения тканей сердца, анализируемые при аутопсии, положительно коррелировали с распределением дозы вокруг целевого объема повреждения [17]. Таким образом, полученные результаты, аналогичны данным ранее опубликованных работ Sharma A. [25] и Lehmann H.I. [26], что позволило начать клинические испытания в нашей стране.

Первое лечение сердечной аритмии у человека с использованием SABR было выполнено в 2014 году, группой ученых из Стэнфордского университета. С помощью терапии SABR была успешно пролечена лекарственно-резистентная желудочковая тахикардия (ЖТ), целевая зона воздействия была определена с применением систем поверхностного неинвазивного картирования. Мониторирование ИКД показало снижение среднего числа эпизодов с 562 до 52 в течение 9 месяцев наблюдения после SABR [27].

В июле 2014 года группа ученых во главе с Cvek J.N.R. сообщила о втором успешном клиническом наблюдении. Они описали успешное лечение непрерывно рецидивирующей ЖТ. В течение 120 дней после лечения, на ИКД не было зарегистрировано ни одного эпизода ЖТ [28].

Результаты проспективного исследования STARNL-1 [29] отражают данные эффективности и безопасности неинвазивной радиоабляции сердца при ЖТ. После выполнения SABR ЖТ не было зарегистрировано ни у одного пациента.

В нашей стране первый успешный опыт SABR для устранения ЖТ был представлен нами в 2022 году [14].

Первая серия наблюдений о применении STAR для лечения ФП представлена в исследовании LINAC-STAR [30], в которое были включены 11 пациентов старше 70-ти лет. В данной работе были представлены следующие выводы о применении STAR на устья легочных вен: (1) отсутствие острой токсичности; (2) сохранение устойчивого синусового ритма; (3) отмена антиаритмической терапии всем пациентам после процедуры STAR. В исследовании LINAC-STAR была направлена исключительно на устья ЛВ. Осложнений не было зарегистрировано ни у одного пациента. Особое внимание уделялось

области ridge между левыми ЛВ и ушком левого предсердия (область повышенного аритмогенеза).

Стереотаксическая абляционная терапия может стать перспективным неинвазивным методом лечения устойчивых форм ФП. На сегодняшний день, не существует доказательств, позволяющих поддерживать или отрицать рутинное использование SABR для лечения ФП. Требуется проведение более масштабных клинических испытаний с включением большего числа пациентов.

Заключение

Интеграция новых систем картирования должна в будущем увеличить точность диагностики эктопического очага различных желудочковых и предсердных аритмий. Перспективной будущего лечения ФП следует считать поверхностное картирование всех камер сердца с последующим выполнением неинвазивной стереотаксической лучевой терапии, способных обеспечить минимальные риски осложнений и достигнуть в ближайшем будущем эффективности сопоставимой с классической процедурой «Cox-Maze».

Стереотаксическая радиоабляция - это широко доступная технология, которая потенциально может стать неинвазивной альтернативой лучевой терапией сложных форм ФП. Внедрение в клиническую практику этого неизбежно масштабируемого подхода зависит от дальнейших исследований по определению оптимальной клинической дозировки, процедурной эффективности и долгосрочной безопасности. И если получится решить данную проблему, хотя бы для определенного вида тахиаритмий, то это будет прорыв в медицине.

Конфликт интересов:

Е.Д. Стребкова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.А. Артюхина заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Ш. Ревиншвили заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование:

Авторы заявляют об отсутствии финансирования статьи.

Информация об авторах

Стребкова Елизавета Дмитриевна, научный сотрудник отделения электрофизиологических рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; аспирант по специальности «сердеч-

Author Information Form

Strebkova Elizaveta D., Researcher at the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias, Federal State Budgetary Educational Institution "A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; Postgraduate Student, Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named

но-сосудистая хирургия» кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-5837-7255

Артюхина Елена Александровна, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения электрофизиологических рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; профессор кафедры ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7065-0250

Ревишвили Амиран Шотаевич, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; заведующий кафедрой ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии имени академика А.В. Покровского федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-1791-9163

after Academician A.V. Pokrovsky, Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-5837-7255

Artyukhina Elena A., PhD, Professor, Head of the Department of Electrophysiological and Endovascular Image-guided Methods of Diagnosis and Treatment of Arrhythmias, Federal State Budgetary Educational Institution “A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; Professor at the Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named after Academician A.V. Pokrovsky, Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7065-0250

Revishvili Amiran S., Academician of the Russian Academy of Sciences, PhD, Professor, Director of the Federal State Budgetary Educational Institution “A.V. Vishnevskiy National Medical Research Center of Surgery” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; Head of the Department of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology named after Academician A.V. Pokrovsky, Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-1791-9163

Вклад авторов

Стребкова Елизавета Дмитриевна – обзор публикаций по теме статьи, написание текста, подготовка, создание опубликованной работы, подготовка и редактирование текста

Артюхина Елена Александровна – ответственность за целостность всех частей статьи

Ревишвили Амиран Шотаевич – утверждение окончательного варианта статьи

Литература

1. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. Рекомендации ESC 2020 по диагностике и лечению пациентов с фибрилляцией предсердий, разработанные совместно с Европейской ассоциацией

кардиоторакальной хирургии (EACTS). Российский кардиологический журнал. 2021;26(9): 4701 [Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of

atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Rus Card J.* 2021; 42: 373-498. (In Russ.)).

<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa945>.

2. Lippi G, Sanchis-Gomar F, Cervellin G. Global epidemiology of atrial fibrillation: An increasing epidemic and public health challenge. *Int J Stroke.* 2021;16(2): 217-221. <https://doi.org/10.1177/1747493019897870>

3. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart disease and stroke Statistics-2019 update: A report from the American Heart Association. *Circulation.* 2019;139: 56-528. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659>.

4. Je HG, Shuman DJ, Ad N. A systematic review of minimally invasive surgical treatment for atrial fibrillation: a comparison of the Cox-Maze procedure, beating-heart epicardial ablation, and the hybrid procedure on safety and efficacy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48(4): 531-40. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu536>.

5. Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med.* 1998;339: 659-666.

<https://doi.org/10.1056/NEJM199809033391003>.

6. Wesselink R, Neefs J, van den Berg NWE, et al. Does left atrial epicardial conduction time reflect atrial fibrosis and the risk of atrial fibrillation recurrence after thoracoscopic ablation? Post hoc analysis of the AFACT trial. *BMJ Open.* 2022;12(3): 056829.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-056829>.

7. Ревিশвили АШ, Стребкова ЕД, Артюхина ЕА, Малышенко ЕС, Новиков МА, Кадырова М. Эффективность торакоскопического лечения непароксизмальных форм фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2023;30(3): 23-31. [Revishvili AS, Strebkova ED, Artyukhina EA, Malishenko ES, Novikov MA, Kadirova M. The effectiveness of thoracoscopic treatment of non-paroxysmal atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2023;30(3): 23-31. (In Russ.)). <https://doi.org/10.35336/VA-1160>.

8. Стребкова ЕД, Ревিশвили АШ, Малышенко ЕС, и др. Отдаленные результаты торакоскопического лечения фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2023;30(2):59-69. [Strebkova ED, Revishvili AS, Malishenko ES, Artyukhina EA, Popov VA, Novikov M, et al. Long-term outcomes of thoracoscopic ablation for atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology* (In Russ.)) <https://doi.org/10.35336/VA-2023-2-08>.

9. Ревিশвили АШ, Фетисова ЕА, Калинин ВВ, Калинин АВ, Чайковская МК, Миронович СА и др. Электрофизиологические механизмы прекращения фибрилляции предсердий: новое понимание, полученное на основе неинвазивного фазового картирования. *Вестник аритмологии.* 2017;(88):5-12. [Revishvili AS, Fetisova EA, Kalinin VV, Kalinin AV, Chaikovskaya MK, Mironovich SA, et al. Electrophysiological mechanisms underlying termination of atrial fibrillation: insights gained

from non-invasive phase mapping. *Journal of Arrhythmology.* 2017;(88):5-12. (In Russ.)).

10. Ревিশвили АШ, Калинин ВВ, Калинин АВ, и др. Неинвазивная диагностика и результаты интервенционного лечения аритмий сердца с использованием новой системы неинвазивного поверхностного картирования «Амикард 01к». *Анналы аритмологии.* 2012;(3):40-47.

11. Хлындин МС, Баталов РЕ, Киселев НВ, и др. Развитие неинвазивной топической диагностики нарушений ритма сердца. *Сибирский медицинский журнал.* 2019;34(2):9-20. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-2-9-20>.

12. Wolf RK, Schneeberger EW, Osterday R, et al. Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130: 797-802. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.03.041>.

13. van Laar C, Kelder J, van Putte BP. The totally thoracoscopic maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;24: 102-111. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw311>.

14. Ревিশвили АШ, Васковский ВА, Артюхина ЕА, Таймасова ИА, Голанов АВ, Антипина НА, и др. Применение стереотаксической радиоабляции в клинической практике для лечения пациента с желудочковой тахикардией: клиническое наблюдение. *Вестник аритмологии.* 2022;29(4):66-72. [Revishvili AS, Vaskovsky VA, Artyukhina EA, Taymasova IA, Golanov AV, Antipina NA, Nikolayeva AA, et al. Stereotactic radioablation in clinical practice for the treatment of a patient with ventricular tachycardia: case report. *Journal of Arrhythmology.* 2022;29(4):66-72 (In Russ.)) <https://doi.org/10.35336/VA-2022-4-10>.

15. Revishvili AS, Wissner E, Lebedev DS, Lemes C, Deiss S, Metzner A, et al. Validation of the mapping accuracy of a novel non-invasive epicardial and endocardial electrophysiology system. *Europace.* 2015;17(8):1282-8. <https://doi.org/10.1093/europace/euu339>.

16. Parreira L, Tsyganov A, Artyukhina E, Vernoooy K, Tondo C, Adragao P, et al. Non-invasive three-dimensional electrical activation mapping to predict cardiac resynchronization therapy response: site of latest left ventricular activation relative to pacing site. *Europace.* 2023;25(4):1458-1466. <https://doi.org/10.1093/europace/euad041>.

17. Васковский ВА, Таймасова ИА, Калинин ДВ, Антипина НА, Николаева АА, Смирнов ГЮ, и др. Применение стереотаксической радиохирургии в эксперименте на крупных животных для проведения неинвазивных вмешательств в аритмологии. *Вестник аритмологии.* 2021;28(1): 5-13. [Vaskovskiy VA, Taymasova IA, Kalinin DV, Antipina NA, Nikolaeva AA, Smirnov GY, Golanov AV, Potapov AA, Revishvili AS. Experimental use of stereotactic radiosurgery for non-invasive interventions in arrhythmology. *Journal of Arrhythmology.* 2021;28(1): 5-13. (In Russ.)) <https://doi.org/10.35336/VA-2021-1-5-13>.

18. Moher D, Altman DG, Liberati A, Tetzlaff J. PRISMA statement. *Epidemiology*. 2011;22(1):128; author reply 128. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181fe7825>.
19. Артюхина ЕА, Яшков МВ, Ревিশвили АШ. Неинвазивное электрофизиологическое картирование сердца: от разработок к практике. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(4):33-41. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-4-33-41>.
20. Revishvili AS, Wissner E, Lebedev DS, Lemes C, Deiss S, Metzner A, et al. Validation of the mapping accuracy of a novel noninvasive epicardial and endocardial electrophysiology system. *Europace*. 2015;17(8):1282-1288. <https://doi.org/10.1093/europace/euu339>.
21. Knecht S, Sohal M, Deisenhofer I, Albenque JP, Arentz T, Neumann T, et al. Multicentre evaluation of non-invasive biatrial mapping for persistent atrial fibrillation ablation: the AFACART study. *Europace*. 2017;19(8):1302-1309. <https://doi.org/10.1093/europace/euw168>.
22. Ревিশвили АШ, Кадырова М, Стребкова ЕД, Малышенко ЕС, Новиков МА, Ялова ЕВ, и др. Ампутиация ушка левого предсердия с использованием эндоствеплера при торакоскопической аблации фибрилляции предсердий. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(1):58-71. [Revishvili AS, Kadirova M, Strebkova ED, Malishenko ES, Novikov MA, Yalova EV, 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. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2023-12-1-58-71>.
23. Ревিশвили АШ, Артюхина ЕА, Стребкова ЕД, Малышенко ЕС, Кадырова М. Эволюция торакоскопического лечения фибрилляции предсердий: от становления до современного этапа. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(2):107-121. [Revishvili AS, Artyukhina EA, Strebkova ED, Malyschenko ES, Kadyrova M. Evolution of thoracoscopic treatment of atrial fibrillation: from inception to contemporary approaches. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2023;12(2):107-121. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2023-12-2-107-121>.
24. Leksell L. The stereotaxic method and radiosurgery of the brain. *Acta Chir Scand*. 1951;102:316-9.
25. Sharma A, Wong D, Weidlich G et al. Noninvasive stereotactic radiosurgery (cyberheart) for creation of ablation lesions in the atrium. *Heart Rhythm*. 2010; 7: 802-810. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2010.02.010>.
26. Lehmann HI, Graeff C, Simoniello P et al. Feasibility study on cardiac arrhythmia ablation using high-energy heavy ion beams. *Sci Rep*. 2016; 6: 38895. <https://doi.org/10.1038/srep38895>.
27. Loo Jr BW, Soltys SG, Wang L et al. Stereotactic ablative radiotherapy for the treatment of refractory cardiac ventricular arrhythmia. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2015; 8: 748-750. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.115.002765>.
28. Cvek JNR, Knybel L et al. Cardiac radiosurgery for malignant ventricular tachycardia. *Cureus*. 2014;6(7): e190. <https://doi.org/10.7759/cureus.190>.
29. van der Ree MH, Dieleman EMT, Visser J, Planken RN, Boekholdt SM, de Bruin-Bon RHA, et al. Non-invasive stereotactic arrhythmia radiotherapy for ventricular tachycardia: results of the prospective STARNL-1 trial. *Europace*. 2023;25(3):1015-1024. <https://doi.org/10.1093/europace/euad020>.
30. Di Monaco A, Gregucci F, Bonaparte I, Troisi F, Surgo A, Di Molfetta D, et al. Paroxysmal Atrial Fibrillation in Elderly: Worldwide Preliminary Data of LINAC-Based Stereotactic Arrhythmia Radioablation Prospective Phase II Trial. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:832446. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.832446>.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ОДНОМОМЕНТНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОРНЯ АОРТЫ, АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА С РЕИМПЛАНТАЦИЕЙ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ, ВОСХОДЯЩЕГО ОТДЕЛА, ДУГИ И ЧАСТИ НИСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ С ПРОТЕЗИРОВАНИЕМ БЦС КЛАПАН СОДЕРЖАЩИМ ГОМОГРАФТОМ У ПАЦИЕНТА С ХРОНИЧЕСКИМ РАССЛОЕНИЕМ АОРТЫ II ТИПА ПО DEBEKEY

Краевое государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Краевая клиническая больница», 660022 г.

Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3А

Пустовойтов А.В., Ерахтин П.Е., Кузнецов А.В., Мызников А.В., Каптюк Г.И., Билоус Е.А.,

Певнев А.А., Утьманова И.В.

Основные положения

Криоконсервированные сосудистые клапансодержащие гомографты показывают хорошие непосредственные и отдаленные результаты при пороках сердца, требующих замены нативного аортального клапана и аорты. Применение поперечной торакотомии по типу «ракушка» позволяет лучше визуализировать грудную аорту при необходимости одномоментного вмешательства на восходящем и нисходящем отделе аорты.

Резюме

У пациентов старше 18 лет в течение 10 лет замена гомографта потребовалась у 6%. Учитывая планируемый объем операции в качестве кондуита, был выбран криоконсервированный сосудистый клапансодержащий гомографт.

Классическим доступом, обеспечивающим экспозицию корня, восходящего отдела и дуги аорты является срединная стернотомия. Учитывая необходимость одномоментного вмешательства на нисходящей грудной аорте, было принято решение применить поперечную двуплевральную торакотомию по типу «ракушка» для лучшей визуализации.

Нами представлен случай хирургического лечения пациента с хроническим расслоением аорты II типа по DeBekey, выраженными дегенеративными изменениями дуги и нисходящей аорты, развитием на этом фоне выраженной аортальной недостаточности.

Ключевые слова: гомографт • расслоение аорты • аневризма аорты • аортальная недостаточность • двуплевральный доступ • ракушка, поперечная торакотомия

Список сокращений

БЦС – Брахиоцефальный ствол
ИК – искусственное кровообращение
КДР – конечный диастолический размер
КДО – конечный диастолический объем
КСО – конечный систолический объем
ККБ – Краевая клиническая больница
ЛП – левое предсердие

МРТ - Магнитно-резонансная томография
МСКТ - Мультиспиральная компьютерная томография
ФВ – Фракция выброса
ЭКГ – Электрокардиография
ЭХОКГ - Эхокардиография
NYHA - New York Heart Association

A CLINICAL CASE OF SIMULTANEOUS PROSTHETICS OF THE AORTIC ROOT, AORTIC VALVE WITH REIMPLANTATION OF THE CORONARY ARTERIES, ASCENDING SECTION, ARCH AND PART OF THE DESCENDING AORTA WITH PROSTHETICS OF THE BCC VALVE CONTAINING A HOMOGRAPH IN A PATIENT WITH DEBEKEY TYPE II CHRONIC AORTIC DISSECTION

Regional State Budgetary Healthcare Institution "Regional Clinical Hospital", 3A Partizan Zheleznyak St.,
Krasnoyarsk, 660022

Pustovoitov A.V., Yerakhtin P.E., Kuznetsov A.V., Myznikov A.V., Kaptyuk G.I., Bilous E.A., Pevnev A.A.,
Utmanova I.V.

Central message

Cryopreserved vascular valve-containing homografts show good immediate and long-term results in heart defects requiring replacement of the native aortic valve and aorta. The use of a transverse thoracotomy of the "shell" type makes it possible to better visualize the thoracic aorta if simultaneous intervention on the ascending and descending sections of the aorta is necessary.

Abstract

In patients over the age of 18, 6% needed homograft replacement within 10 years. Taking into account the planned volume of surgery, a cryopreserved vascular valve-containing homograft was chosen as a conduit. The classic approach providing exposure to the root, ascending section and arch of the aorta is median sternotomy. Considering the need for a single-stage intervention on the descending thoracic aorta, it was decided to use a transverse double-pleural thoracotomy of the "shell" type for better visualization. We present a case of surgical treatment of a patient with DeBekey type II chronic aortic dissection, pronounced degenerative changes in the arch and descending aorta, and the development of severe aortic insufficiency against this background.

keywords: homograft • aortic dissection • aortic aneurysm • aortic insufficiency • double-pleural access • shell • transverse thoracotomy

Введение

Криоконсервированные сосудистые клапан-содержащие гомографты показывают хорошие непосредственные и отдаленные результаты при пороках сердца, требующих замену нативного аортального клапана и аорты.

Представить клинический случай одномоментного протезирования аортального клапана, восходящего отдела, дуги, части нисходящей аорты с реимплантацией устьев коронарных артерий, протезирование брахиоцефальных сосудов криоконсервированным клапан-содержащим гомографтом аорты у пациента с хроническим расслоением II типа по DeBekey.

У пациентов старше 18 лет в течение 10 лет замена гомографта потребовалась у 6%. Учитывая планируемый объем операции в качестве кондуита, был выбран криоконсервированный сосудистый клапансодержащий гомографт.

Классическим доступом, обеспечивающим экспозицию корня, восходящего отдела и дуги аорты является срединная стернотомия. Учитывая необходимость одномоментного вмешательства на нисходящей грудной аорте, было принято решение применить поперечную двухплевральную торакотомию по типу «ракушка» для лучшей визуализации.

Нами представлен случай хирургического лечения пациента с хроническим расслоением аорты II типа по DeBekey, выраженными дегенеративными изменениями дуги и нисходящей аорты, развитием на этом фоне выраженной аортальной недостаточности.

Клинический случай

Больной Б., 62 года, в августе 2022 года, поступил в ККБ с жалобами на одышку при значительной физической нагрузке, в горизонтальном положении лежа на спине, повышение АД максимально до 200 мм рт. ст., колющую боль в области сердца. В анамнезе в апреле 2022 года находился на стационарном лечении в г. Абакан с клиникой отека легких, выписан с улучшением, направлен в ККБ для дообследования и дальнейшего лечения.

По данным ЭхоКГ при поступлении: Аневризма в области восходящего отдела и корня аорты. Восходящий отдел аорты 5,7 см. Градиент давления, максимальный: 10 мм рт. ст. Регургитация: 3 степени Дилатация полостей ЛП, ЛЖ, расширены полости ПП, ПЖ. Гипертрофия МЖП и ЗСЛЖ. СДЛА 49 мм рт. ст.

Учитывая данные ЭхоКГ пациенту выполнена МСКТ – аортография: определяется расслоение корня аорты в области коронарных синусов и восходящего отдела проксимальнее устья БЦС - II тип по Де Бейки (DeBakey). Восходящий отдел аорты аневризматически расширен от 4,73 см до 5,63 см. Диаметр перед устьем БЦС - 5,8 см, левой ОСА - 3,9 см, левой подключичной артерии - 3,4 см. Устья БЦА не изменены. Перекалибровка диаметра дуги дистальнее устья левой подключичной артерии от 2,5 см до 4,1 см. Нисходящая аорта - 2,7-3,6 см, на уровне чревного ствола - 2,9 см, на уровне почечных артерий - 2,9 см, перед бифуркацией - 2,8-3,0 см (рис. 1/2/3)



Рисунок 1. Аневризма восходящего отдела аорты с признаками хронического расслоения II типа по DeBekey (3D)

Figure 1. Ascending aortic aneurysm with signs of DeBekey type II chronic dissection (3D)



Рисунок 2. Аневризма восходящего отдела аорты с признаками хронического расслоения II типа по DeBekey (фронтальная проекция)

Figure 2. Aneurysm of the ascending aorta with signs of DeBekey type II chronic dissection (frontal)

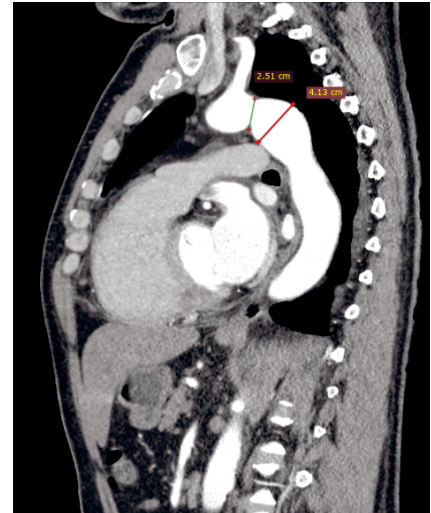


Рисунок 3. Аневризма восходящего отдела аорты с признаками хронического расслоения II типа по DeBekey (сагитальная проекция)

Figure 3. Aneurysm of the ascending aorta with signs of DeBekey type II chronic dissection (sagittal projection)

На основании проведенных исследований был выставлен диагноз: Хроническое расслоение аорты II типа по DeBekey. Выраженная аортальная недостаточность. Умеренная митральная недостаточность. Запланирована оперативное лечение в объеме протезирования аортального клапана, восходящего отдела, дуги аорты и части нисходящей аорты. Учитывая планируемый объем операции нами, было принято решение выполнить чрездвуплевральную торакотомию для наилучшей визуализации и большей интродвуплевральной мобильности.

Техника операции

Поперечная двуплевральная торакотомия по типу «ракушка» по 4 межреберью. Грудина пересечена поперек. Края надкостницы обработаны коагуляцией. Левая и правая внутригрудные артерии пересечены, прошиты. Вскрыты правая и левая плевральные полости.

Аорта в восходящем отделе расширена до 55 мм. Выделение аорты, брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии с мобилизацией левой брахиоцефальной вены, а также нисходящей аорты. Выделена левая общая бедренная артерия. Канюляция общей бедренной артерии. Бикавальная канюляция, дренаж левых отделов через правую верхнедолевую легочную вену. Начата перфузия с охлаждением до 22 град. Пережат БЦС, наложен анастомоз с соуздистым протезом №7 по типу конец в бок. Начата монополярная антеградная перфузия ГМ. Аорта пережата в нисходящем отделе. Аортотомия. При ревизии расслоение аорты от правого коронар-

ного синуса с переходом на восходящий отдел. Кардиоплегия на фоне фибрилляции миокарда в устья коронарных артерий раствором Кустодиол 2000 мл. Ревизован аортальный клапан. Створки тонкие. Некоронарная створки растянута, выражено пролабирует в полость ЛЖ. Клапан иссечен. Аорта иссечена с частью нисходящего отдела.

Наложен дистальный анастомоз отдельными швами с криоконсервированным клапаном содержащим гомографтом аорты №23, двурядным обвивным швом (рис. 5). Гомографт уложен в позицию аорты.

Отхождение БЦС соответствует нативным сосудам. Выполнена анастомозы с ПКА, ЛСА, БЦС гомографта и пациента по типу конец в конец. Снят зажим с нисходящего отдела аорты, прекращена монополярная перфузия головного мозга. После снятия зажима контроль состоятельности клапана аорты гомографта. Зажим аорты переложен проксимальней, перед устьем БЦА. Коронарные артерии выделены на площадках. Сформирован анастомоз с левой коронарной артерией и устьем таковой же на гомографте. В позицию аортального клапана обвивным швом имплантирован клапан содержащий гомографт (проксимальный конец). Заключительным этапом сформирован анастомоз между правой коронарной артерией и местом отхождения таковой же на стенке гомографта. Снят зажим с аорты. (рис.6)

Восстановление сердечной деятельности на 2 минуте после ЭИТ. Время искусственного кровообращения 250 мин. Время окклюзии аорты 158 мин. Время антеградной перфузии головного



Рисунок 4. Гидравлическая проба. Осмотр гомографа
Figure 4. Hydraulic sample. Homograph inspection

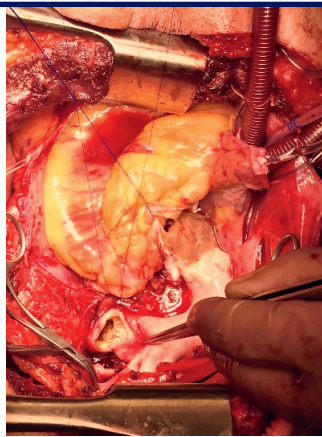


Рисунок 5. Наложение дистального анастомоза
Figure 5. distal anastomosis

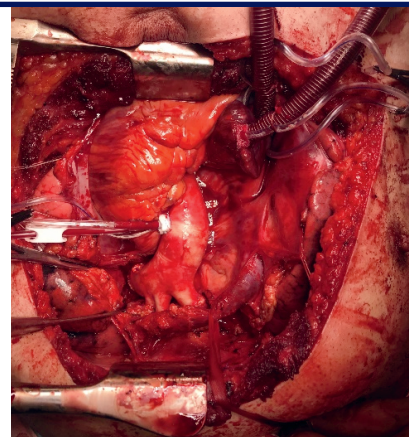


Рисунок 6. Законченный вид имплантации
Figure 6. The finished type of implantation

мозга 60 мин. Объем интروоперационной кровопотери 2700 мл.

Пациент переведен в отделение реанимации, на фоне кардиотропной поддержки дофамин 5.2 мкг/кг/мин, норадреналин 0.2 мкг/кг/мин. Экстубация через 22 часа после операции. Реанимационный койко-день составил 4 суток. Общий объем кровопотери по дренажам за время пре-

бывания в реанимации составил 1850 мл.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Для контроля и оценки динамики пациенту выполнялась МСКТ: определяется состояние после оперативного лечения. Участков экстравазации контрастного препарата не выявлено.



Рисунок 7. МСКТ – аортография после операции (3D)
Figure 7. MSCT aortography after surgery (3D))

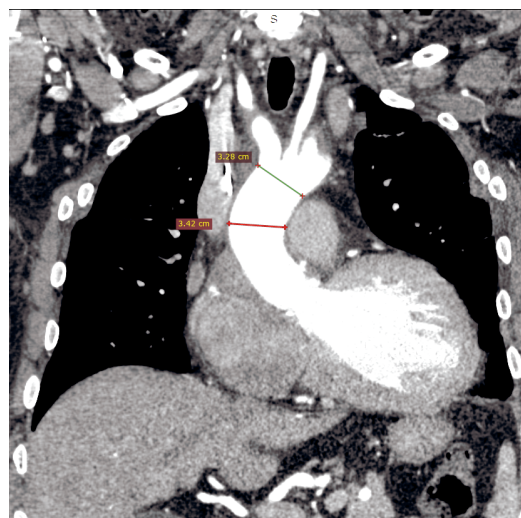


Рисунок 8. МСКТ – аортография после операции (фронтальная проекция)
Figure 8. MSCT aortography after surgery (frontal)

Пациент был выписан из стационара на 11 сутки после операции без признаков недостаточности кровообращения и предшествующих жалоб. На контрольной трансторакальной ЭхоКГ Градиенты на АоК 31/12 мм рт ст. Аортальная недостаточность 1 ст. КДР ЛЖ - 5,3 см, ФВ - 49%. Митральная недостаточность 1-2 ст. Полости сердца прежних размеров. Недостаточность ТК 1-2 ст. СДЛА 30 мм рт ст. Перикардального вы-

пота нет.

Проведено динамическое наблюдение через 12 месяцев. По данным ЭхоКГ: Градиенты на АоК 28/11 мм рт ст. Аортальная недостаточность минимальная. КДР ЛЖ - 5,3 см, ФВ - 49%.

По данным МСКТ аортографии через 12 месяцев: Участков экстравазации контрастного препарата не выявлено. Сохраняется перекалибровка диаметра дуги дистальнее устья левой



Рисунок 9. МСКТ – аортография 12 месяцев после операции
Figure 9. MSCT aortography 12 months after surgery

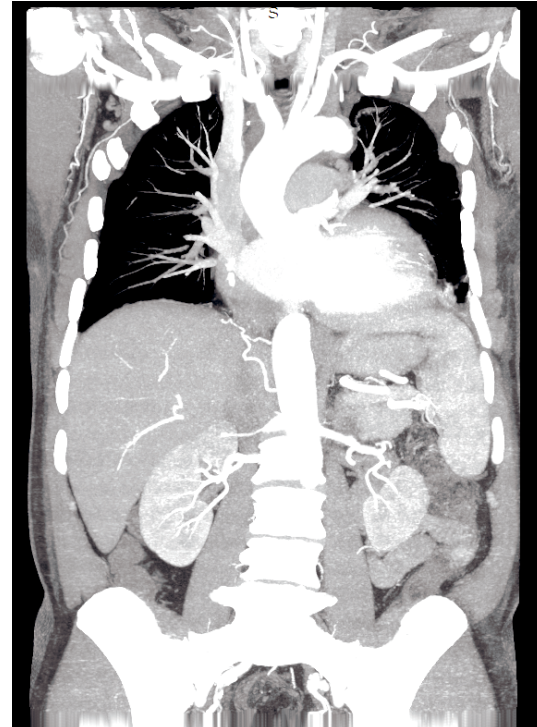


Рисунок 10. МСКТ – аортография 12 месяцев после операции
Figure 10. MSCT aortography 12 months after surgery

подключичной артерии от 25 мм до 35 мм.

Нисходящая аорта – 27-36 мм, на уровне

Выводы:

Применение криоконсервированного клапан содержащего гомографта аорты является эффективной и безопасной методикой, за счет анатомической идентичности, которая исключает наложение дополнительных межпротезных анастомозов, снижая риск послеоперационного кровотечения.

Информация об авторах

Андрей Владимирович Пустовойтов, главный внештатный специалист сердечно-сосудистый хирург Министерства здравоохранения Красноярского края, заведующий кардиохирургическим отделением КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Павел Евгеньевич Ерахтин врач-сердечно-сосудистый хирург КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Валерий Андреевич Кузнецов, врач-сердечно-сосудистый хирург КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Артур Владимирович Мызников, к.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Георгий Иванович Каптюк, врач-сердечно-сосудистый хирург КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

чревного ствола 29 мм, на уровне почечных артерий - 29 мм

Финансирование

Краевое государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Краевая клиническая больница» (г. Красноярск)

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Author Information Form

Andrey Pustovoitov V., cardiovascular surgeon, Head of the department, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Pavel Erakhtin E., cardiovascular surgeon, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Valery Kuznetsov A., cardiovascular surgeon, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Artur Myznikov V., Ph.D., cardiovascular surgeon, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Georgy Kaptyuk I., cardiovascular surgeon, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Евгений Андреевич Билоус, врач-сердечно-сосудистый хирург КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Александр Андреевич Певнев, врач-сердечно-сосудистый хирург КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Ирина Васильевна Утьманова, врач-кардиолог отделения кардиохирургии КГБУЗ «Краевая клиническая больница»

Evgeny Bilous A., cardiovascular surgeon, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Alexander Pevnev A., cardiovascular surgeon, Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk, Russian Federation

Irina Utmanova V., Cardiologist at the Department of Cardiac Surgery of the Regional Clinical Hospital

Вклад авторов в статью

Концепция и дизайн: ПАВ, ЕПЕ; Интерпретация данных: ПАВ, ЕПЕ, МАВ, КГИ; Написание статьи: ЕПЕ; Утверждение окончательной версии для публикации: ПАВ, МАВ, КГИ, КВА, УИВ, БЕА, ПАА; Полная ответственность за содержание: ЕПЕ, ПАВ, МАВ, КГИ, КВА, УИВ

Автор contribution form

Concept and design: PAV, EPE; Data interpretation: EPE, MAV, UIV, KGI; manuscript writing: EPE; Approval of the final version for publication: PAV, MAV, KGI, KVA, UIV, BEA, PAA; Full responsibility for the content: EPE, PAV, MAV, KGI, KVA, UIV

Список литературы / References

1) «Historical Observations on Clamshell Thoracotomy» Ehrhardt JD Jr, Baroutjian A, McKenney M, Elkbuli A. World J Surg. 2021 Apr;45(4):1237-1241. doi: 10.1007/s00268-020-05913-4. Epub 2021 Feb 3.

2) «Bilateral anterior thoracotomy (clamshell incision) is the ideal emergency thoracotomy incision: an anatomic study» Eric R Simms 1, Alexandros N Flaris, Xavier Franchino, Michael S Thomas, Jean-Louis Caillot, Eric J Voiglio

3) «Post-Dissection Single-Stage Arch and Descending Aorta Replacement via Clamshell Incision» Paul Cullen 1, R John Brereton 1, Manu N Mathur 2

4) «Aortic root replacement with cryopreserved homograft for infective endocarditis in the modern North American opioid epidemic.» Sultan I, Bianco V, Kilic A, Chu D, Navid F, Gleason TG. J Thorac Cardiovasc Surg. 2019 Jan;157(1):45-50. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.05.050. Epub 2018 Jun 4.

5) «The Use of the Cryopreserved Aortic Homograft for Aortic Valve Replacement: Is It Still an Option?» Nappi F, Nenna A, Spadaccio C, Avtaar Singh SS, Almazil A, Acar C. J Cardiovasc Dev Dis. 2023 Jun 8;10(6):248. doi: 10.3390/jcdd10060248.

6) «Опыт изготовления и использования децеллюляризованных свежеприготовленных и криоконсервированных сосудистых клапаносодержащих гомографтов» Болсуновский В. А., Мовсесян Р. Р., Хубулава Г. Г., Новик Г. А., Болсуновский А. В., Шихранов А. А., Шорохов С. Е., Чернов И. И.

7) «Homograft implantation for aortic valve replacement since 15 years: results and follow-up» Eckehard Kilian 1, Florian Fries, Anke Kowert, Ferdinand Vogt, Eckart Kreuzer, Bruno Reichart

8) Skific M., Golemovic M., Safradin I., Duric Z., Biocina B., Golubic Cepulic B. Cryopreserved human heart valve allografts: a ten-year single centre experience. Cell Tissue Bank. 2023;24(2): 401–416. DOI: 10.1007/s10561-022-10043-3.

1) «Historical Observations on Clamshell Thoracotomy» Ehrhardt JD Jr, Baroutjian A, McKenney M, Elkbuli A. World J Surg. 2021 Apr;45(4):1237-1241. doi: 10.1007/s00268-020-05913-4. Epub 2021 Feb 3.

2) «Bilateral anterior thoracotomy (clamshell incision) is the ideal emergency thoracotomy incision: an anatomic study» Eric R Simms 1, Alexandros N Flaris, Xavier Franchino, Michael S Thomas, Jean-Louis Caillot, Eric J Voiglio

3) «Post-Dissection Single-Stage Arch and Descending Aorta Replacement via Clamshell Incision» Paul Cullen 1, R John Brereton 1, Manu N Mathur 2

4) «Aortic root replacement with cryopreserved homograft for infective endocarditis in the modern North American opioid epidemic.» Sultan I, Bianco V, Kilic A, Chu D, Navid F, Gleason TG. J Thorac Cardiovasc Surg. 2019 Jan;157(1):45-50. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.05.050. Epub 2018 Jun 4.

5) «The Use of the Cryopreserved Aortic Homograft for Aortic Valve Replacement: Is It Still an Option?» Nappi F, Nenna A, Spadaccio C, Avtaar Singh SS, Almazil A, Acar C. J Cardiovasc Dev Dis. 2023 Jun 8;10(6):248. doi: 10.3390/jcdd10060248.

6) "Experience in the manufacture and use of decellularized, freshly prepared and cryopreserved vascular valve-containing homografts" Bolsunovsky V. A., Movsesyan R. R., Khubulava G. G., Novik G. A., Bolsunovsky A.V., Shikhranov A. A., Shorokhov S.e., Chernov I. I.

7) «Homograft implantation for aortic valve replacement since 15 years: results and follow-up» Eckehard Kilian 1, Florian Fries, Anke Kowert, Ferdinand Vogt, Eckart Kreuzer, Bruno Reichart

8) Skific M., Golemovic M., Safradin I., Duric Z., Biocina B., Golubic Cepulic B. Cryopreserved human heart valve allografts: a ten-year single centre experience. Cell Tissue Bank. 2023;24(2): 401–416. DOI: 10.1007/s10561-022-10043-3.

УДК 616.1

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В КОРОНАРНОЙ ХИРУРГИИ: КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СОБСТВЕННОГО ОПЫТА.

Жбанов И.В.

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Российская Федерация, 119435, город Москва, ГСП-1, Абрикосовский переулок, дом 2

Основные положения:

Современные тренды в коронарной хирургии обусловлены поиском резервов улучшения результатов аортокоронарного шунтирования у пациентов высокого риска. Этой цели служит персонализированный подход к показаниям к различным вариантам операций и хирургической тактике у больных ИБС. Реализация такого подхода требует детального анализа, который позволяет определить место каждого из современных методов реваскуляризации миокарда: операций на работающем сердце и в условиях искусственного кровообращения, комбинированных вмешательств на коронарных артериях и различных структурах сердца, бимаммарного коронарного шунтирования, миниинвазивной реваскуляризации миокарда.

Резюме

Современные тренды в коронарной хирургии обусловлены значительным изменением контингента оперируемых больных ИБС, преобладанием среди них пациентов высокого риска, обусловленного пожилым возрастом, коморбидной патологией, инвалидизированным миокардом, диффузным поражением коронарного русла, комбинированным характером операций на коронарных артериях и различных структурах сердца. Поэтому весьма актуален поиск резервов улучшения результатов аортокоронарного шунтирования именно у этой большой и разнородной группы больных высокого риска. Проведенный детальный анализ состояния современной коронарной хирургии показывает, что уровень её развития в РНЦХ им. академика Б.В. Петровского соответствует всем её современным трендам. Представлены различные операции реваскуляризации миокарда и определено их место в хирургическом лечении больных ИБС. Совершенствование методов РМ, персонализированное решение при определении показаний и тактики операций у больных разной степени риска, прагматичный подход к внедрению новых технологий являются базовыми принципами хирургической деятельности. Следование им позволяет выполнять операции различной категории сложности, внедрять новые технологии с высокой клинической эффективностью при минимально допустимом риске.

CURRENT TRENDS IN CORONARY SURGERY: A CRITICAL ANALYSIS THROUGH THE PRISM OF OUR OWN EXPERIENCE

Zhbanov I. V.

Federal State Budgetary Research Institution "Russian research center of surgery named after academician B.V. Petrovsky", Moscow, Russian Federation

Central Message

Modern trends in coronary surgery are driven by the search for reserves to improve the results of coronary artery bypass grafting in high-risk patients. This goal is served by a personalized approach to indications for various surgical options and surgical tactics in patients with coronary artery disease. The implementation of such approach requires a detailed analysis that allows us to determine the place of each of the modern methods of myocardial revascularization: ON- Pump beating heart, combined interventions on the coronary arteries and various structures of the heart, bimammary coronary bypass grafting, minimally invasive myocardial revascularization.

Abstract

Current trends in coronary surgery are due to significant changes in the contingent of patients undergoing surgery for coronary heart disease, the prevalence of high-risk patients among them due to old age, comorbid pathology, disabled myocardium, diffuse coronary lesions, and the combined nature of operations on the coronary arteries and various structures of the heart. Therefore, the search for reserves for improving the results of coronary artery bypass grafting in this large and heterogeneous group of high-risk patients is very relevant. The detailed analysis of the state of modern coronary surgery shows that the level of its development at the B.V. Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery corresponds to all its current trends. Various myocardial revascularization operations are presented and their place in the surgical treatment of patients with coronary heart disease is determined. Improvement of MR methods, personalized solutions for determining indications and tactics of operations in patients with varying degrees of risk, a pragmatic approach to the introduction of new technologies are the basic principles of surgical activity. This allows performing operations of varying complexity, introducing new technologies with high clinical effectiveness with minimal acceptable risk.

Список сокращений

АКШ- аортокоронарное шунтирование
ИБС-ишемическая болезнь сердца
ИК- искусственное кровообращение
ИМН – ишемическая митральная недостаточность
КА- коронарные артерии
ЛЖВ - левожелудочковая ветвь
ЛВГА- левая внутренняя грудная артерия
ЛЖ- левый желудочек
ЛКА- левая коронарная артерия

МН - митральная недостаточность
МК - митральный клапан
ПНА - передняя нисходящая артерия
ПКА - правая коронарная артерия
РМ- реваскуляризация миокарда
ФИ- фракция изгнания
ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство
ЧТКА- чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика
ЭАЭ - эндаартерэктомия

Современное состояние коронарной хирургии как одного из основных методов лечения больных ИБС можно оценить позитивно. Операция аортокоронарного шунтирования (АКШ) уже давно стала наиболее частым хирургическим вмешательством на сердце и остаётся таковой по настоящее время [1,2]. Объяснением этому служит её высокая клиническая эффективность при весьма низком риске. Во многих клиниках госпитальная летальность после АКШ близка к нулю при очень низкой частоте периоперационных осложнений [3]. В связи с этим актуален вопрос о направленности вектора дальнейшего развития и какова его цель? Какая должна быть мотивация у хирурга и на чем она должна быть основана при уже существующем близком к абсолютному результате хирургического лечения?

Для ответа на эти вопросы, прежде всего следует обратить внимание на нынешние особенности контингента оперируемых больных, которые перечислены ниже:

- большая доля пациентов пожилого возраста;
- значительное число больных с сахарным диабетом и другими сопутствующими хроническими заболеваниями;
- рост числа пациентов с мультифокальным атеросклерозом;

- большая доля больных с интракоронарным стентированием в анамнезе;
- основной контингент - пациенты с диффузным коронароатеросклерозом;
- большое число пациентов с ишемической кардиомиопатией, инвалидизированным миокардом и низкими резервами насосной функции левого желудочка (ЛЖ);
- увеличение количества больных ИБС с поражением клапанов сердца.

Указанные особенности определяют повышенный, а нередко, и очень высокий риск операции. Так в 2023 году среди всех больных, оперированных в нашем отделении, только 28% составили пациенты низкого риска (Euroscore 0 – 2), большую же часть, 72%, представляли пациенты более высокого риска: около 40% - среднего (Euroscore 3-5) и более 32% - высокого риска (Euroscore >6) (рис. 1).

Естественно, об уровне безопасности коронарной хирургии в той или иной клинике говорят показатели госпитальной летальности и частоты осложнений, прежде всего у пациентов высокого риска. Поэтому резерв улучшения как ближайших, так и отдаленных результатов АКШ заключается в их дальнейшей оптимизации и сохранении на высоком уровне именно в этой

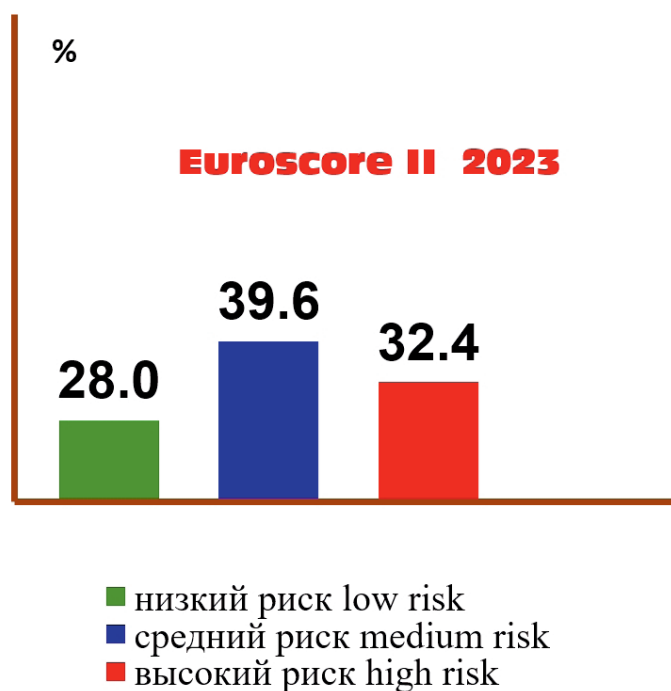


Рисунок 1. Распределение пациентов по степени периоперационного риска в 2023 году.

Figure 1. The distribution of patients according to the degree of perioperative risk in 2023.

большой и разнородной по факторам риска группе больных. Несомненно, что рациональное использование новых и совершенствование имеющихся технологий может привести к ощутимому клиническому эффекту и решению важнейшей задачи - достижению результатов сложных, комбинированных и симультанных операций у пациентов высокого риска, соизмеримых с результатами изолированного АКШ у больных низкого риска. В этой связи большое значение имеют персонализированный подход к выбору оптимальной тактики операции и применению современных технологий во время каждого хирургического вмешательства.

С учётом вышеперечисленных особенностей нынешнего контингента оперируемых пациентов, в соответствии с системой Euroscore II можно выделить определенные группы факторов риска, которые следует учитывать при планировании и выполнении операции. Большую группу представляют пациент-ассоциированные факторы, прежде всего связанные с пожилым возрастом и наличием коморбидной патологии. Здесь уместно говорить о значении технологии OPCAB (Off Pump Coronary Bypass Surgery), которая исключает применение искусственного кровообращения (ИК) и нивелирует его негативные последствия для пациента [4]. Аргументы ряда авторов против АКШ без ИК обычно заключаются в более сложном выполнении

анастомозов, повышенном риске технической ошибки, худшей проходимости шунтов, более низком показателе выживаемости и худшем качестве жизни в сравнении с традиционным АКШ в условиях ИК и кардиopleгии [5,6]. Однако более весомыми представляются контраргументы других исследователей, указывающих на отсутствие достоверных различий в вышеперечисленных показателях [7-10]. Особо подчеркивается, что АКШ без ИК является лучшей операцией для пациентов высокого риска в руках опытных хирургов, выполняющих её регулярно и качественно. И напротив, отсутствие должного, постоянно возобновляемого опыта приводит к росту числа конверсий на ИК, частоты неполной РМ и, как следствие, увеличению риска самого хирургического вмешательства. В нашем отделении доля ежегодно выполняемых операций OPCAB по отношению ко всем операциям АКШ составляет 60-70%. Ранее в своих исследованиях мы не выявили роста госпитальной летальности и частоты периоперационных осложнений при использовании технологии OPCAB. При этом использование технологии OPCAB у больных с коморбидной патологией, в частности, с атеросклеротическим поражением сосудов головного мозга и необходимостью выполнения каротидной ЭАЭ, хронической обструктивной болезнью легких, хронической болезнью почек сопровождается снижением частоты периоперационных

осложнений со стороны в сравнении с традиционным АКШ в условиях ИК и кардиоплегии [11].

Возможность минимизации влияния других факторов риска, связанных с низкой производительностью сердца, следует искать прежде всего в обеспечении надежной защиты миокарда во время кардиоплегии или же в отказе от неё и выполнении АКШ на работающем сердце в условиях параллельного ИК с сохранением коронарной перфузии на основном этапе операции [12]. Факторы, ассоциированные с самой операцией, присутствуют при выполнении комбинированных вмешательств на коронарных артериях (КА) и различных структурах сердца (клапаны, левый желудочек (ЛЖ), восходящая аорта, проводящая система сердца). Такие операции в сравнении с изолированным АКШ сопровождаются более продолжительным ИК и временем ишемии миокарда, что увеличивает их риск. Соответственно, адекватная тканевая перфузия при длительном ИК и эффективная защита миокарда при пролонгированной кардиоплегии способны снизить негативное воздействие этих факторов. Этой же цели может способствовать сокращение времени ИК и кардиоплегии посредством выполнения коронарного этапа комбинированной операции на работающем сердце или в условиях параллельного ИК [13]. Кроме того, при пограничном поражении одного из целевых объектов предполагаемого комбинированного вмешательства на КА и клапанах сердца, когда, как правило, отсутствуют рекомендации высокого класса и уровня доказательности, необходим строго персонализированный подход при определении показаний к такой операции. Он должен быть основан на детализированном анализе клиники заболевания, соматического статуса пациента, производительности сердца, патоморфологической картины поражения, опыта и профессионального уровня клиники и конкретной хирургической бригады. Иллюстрацией вышесказанного, в частности, служат представленные Kron I.L. и соавт. принципы дифференцированного подхода к определению показаний к коррекции умеренной митральной недостаточности (МН) при необходимости АКШ [14]:

- определение единственного или доминирующего симптома заболевания: стенокардия или одышка? Если стенокардия есть, а одышки нет, возможно выполнение только АКШ;

- квалификация и опыт клиники и хирургической бригады в выполнении комбинированных операций на КА и митральном клапане (МК). Если таковых нет или он незначителен, АКШ может быть более надежной альтернативой;

- при трудности АКШ («трудные коронарные артерии», диффузный атерокальциноз) разумно ограничить сложность и время операции, выполнив только РМ;

- пациенты пожилого и старческого возраста

та с тяжелой сопутствующей патологией могут извлечь определенную пользу от изолированного АКШ по принципу «меньше значит больше» при наличии умеренной МН и отсутствии выраженных симптомов сердечной недостаточности;

- при выраженном атерокальцинозе, атероматозе восходящей аорты следует воздержаться от применения ИК и коррекции умеренной МН и выполнить операцию ОРСАВ без манипуляций на восходящей аорте;

- в определенной степени умеренная ишемическая МН может быть уменьшена за счет реваскуляризации жизнеспособного миокарда задней стенки ЛЖ, поддерживающего заднемедиальную папиллярную мышцу. Если задняя стенка инфицирована, истончена, акинетична или дискинетична, изолированное АКШ не повлияет на состояние МК;

- дилатация фиброзного кольца МК (38-40 мм), увеличение размеров ЛЖ и левого предсердия может указывать на гемодинамическую значимость ИМН и необходимость его коррекции.

Помимо вышеперечисленных факторов риска, присутствующих в шкале Euroscore II, к таковым необходимо отнести диффузный атерокальциноз КА (syntax score более 32), нередко требующий выполнения ЭАЭ. Кроме того, аналогичным фактором следует признать коронарное русло после неоднократных стентирований с формированием полностью металлизированных КА (“full metal jacket artery”) (Рис. 2 и 3). Нередко вмешательство на таких КА очень сложное, сопряжено с очень высоким риском, требует технического мастерства и выдержки хирурга. В этой связи следует признать, что «слухи о скорой кончине коронарной хирургии» из-за массового внедрения в клинику коронарных стентов с лекарственным покрытием (рапамицин) оказались преждевременными и сильно преувеличенными. В настоящее время среди наших оперируемых пациентов более 60% ранее перенесли итракоронарное стентирование и в итоге, через разное количество лет, поступили к нам для АКШ в силу прогрессирующего атеросклероза как в стентированных, так и в ранее интактных КА.

Вполне обоснованно, что количество ежегодно выполняемых чревокожных коронарных вмешательств (ЧКВ) существенно превышает ежегодное число операций АКШ как в России, так и во всем мире. Однако, хирургическая реваскуляризация миокарда (РМ) занимает своё, весьма значимое место в лечении больных ИБС и показания к ней определены в соответствующих клинических рекомендациях [15] (табл.1).

В последнее время усиливаются дебаты о выборе метода РМ у больных с однососудистым поражением ПНА. Как АКШ, так и ЧКВ в этих случаях имеют высокий и равные класс и уровень клинических рекомендаций. Однако последние крупные рандомизированные исследования,

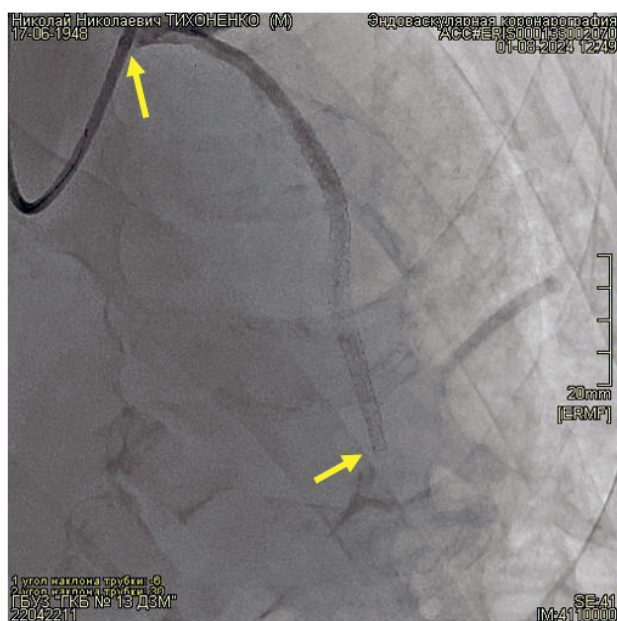


Рис. 2, а

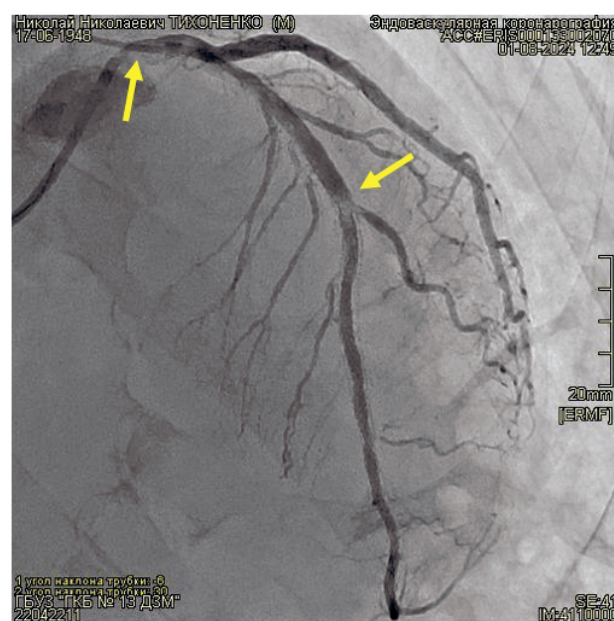


Рис. 2, б

Рисунок 2. Ранее стентированный ствол левой коронарной артерии (ЛКА) и передней нисходящей артерии (ПНА). Полностью металлизированная артерия ("Full metal jacket"). Границы стента обозначены стрелками (рис.2, а). Стенозы ЛКА и ПНА обозначены стрелками (рис. 2, б).

Figure 2. Previously stented left coronary artery (LCA) and left anterior descending artery (LAD). A fully metalized artery ("Full metal jacket"). The boundaries of the stent are indicated by arrows (Fig.2, a). The stenoses of the LCA and LAD are indicated arrows (fig. 2, b).

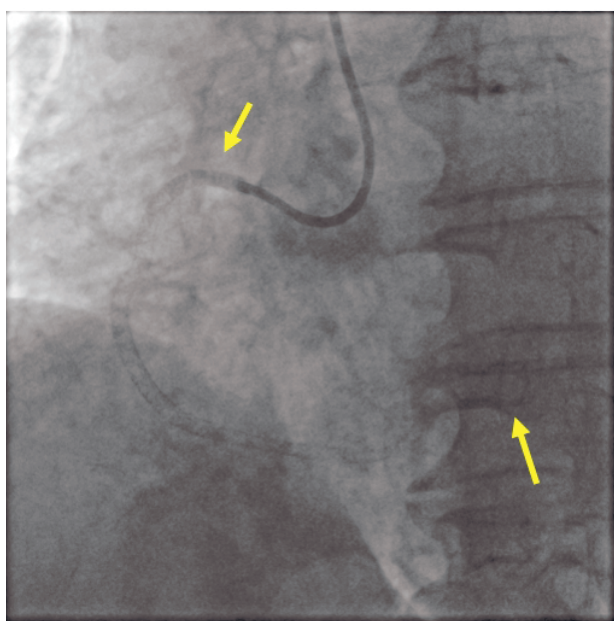


Рис. 3, а

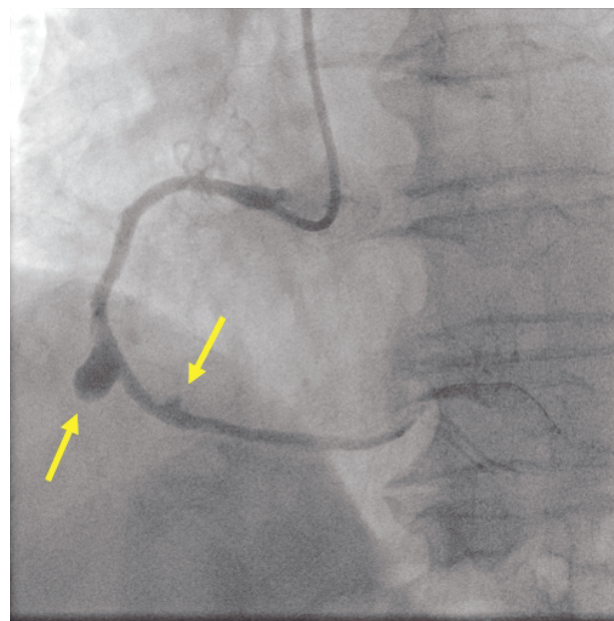


Рис. 3, б

Рисунок 3. Ранее стентированная правая коронарная артерия (ПКА), включая её бифуркацию и левожелудочковую ветвь (ЛЖВ). Полностью металлизированная артерия ("Full metal jacket"). Границы стента обозначены стрелками (рис.3, а). Ложные аневризмы ПКА обозначены стрелками (рис. 3, б).

Figure 3. Previously stented right coronary artery (RCA), including its bifurcation and left ventricular branch (LV). A fully metalized artery ("Full metal jacket"). The boundaries of the stent are indicated by arrows (Fig.3, a). False aneurysms of the stent are indicated by arrows (Fig. 3, b).

Таблица 1. Рекомендации по выбору метода реваскуляризации (АКШ или ЧТКА) у пациентов со стабильной стенокардией (ESC/EACTS Guidelines 2018).

Table 1. Recommendations on the choice of revascularization method (CABG or PCI) in patients with stable angina pectoris (ESC/EACTS Guidelines 2018).

Объем и локализация поражения КА	АКШ		ЧКВ	
	Класс	Уровень	Класс	Уровень
1-2 КА без проксимального стеноза ПНА	IIb	C	I	C
1 КА с проксимальным стенозом ПНА	I	A	I	A
2 КА с проксимальным стенозом ПНА	I	B	I	C
Поражение ствола ЛКА, SYNTAX score ≤ 22	I	A	I	A
Поражение ствола ЛКА, SYNTAX score 23-32	I	A	IIa	B
Поражение ствола ЛКА, SYNTAX score > 32	I	A	III	B
3 сосудистое поражение, SYNTAX score ≤ 22	I	A	I	B
3 сосудистое поражение, SYNTAX score 23-32	I	A	III	A
3 сосудистое поражение, SYNTAX score > 32	I	A	III	B

включая недавние работы по метаанализу результатов этих методов РМ, свидетельствуют об определенных преимуществах хирургической технологии MIDCAB (Minimally Invasive Direct Coronary Bypass Surgery), применяемой для шунтирования ПНА с помощью левой внутренней грудной артерии (ЛВГА) через левостороннюю миниторакотомию [16,17]. При отсутствии достоверных различий в ближайших результатах, операция MIDCAB в сравнении с ЧКВ сопровождается меньшей частотой кардиальных событий, рецидивом стенокардии и потребностью в повторной РМ (табл. 2)

Мы имеем достаточно большой опыт применения технологии MIDCAB и в настоящее время отдаём ей предпочтение как методу выбора при изолированном поражении ПНА. Помимо этого, по-прежнему, считаем целесообразным её использование при многососудистом диффузном поражении, когда возможно шунтировать только ПНА, а также необходимости и возможности шунтирования только ПНА с помощью ЛВГА при повторной операции.

Мы принимаем во внимание вышеперечисленные достоинства маммарокоронарного анастомоза и в тоже время с большой вероятностью предполагаем, что аутовенозный шунт не имеет таких преимуществ перед стентом по проходимости в отдаленные сроки после операции. Поэтому можем рассматривать технологию MIDCAB также как элемент гибридной операции при многососудистом поражении КА с выполнением маммарокоронарного анастомо-

за между ЛВГА и ПНА и стентированием других КА. В тех случаях, когда для достижения клинически наиболее эффективной аутоартериальной РМ нельзя использовать две внутренних грудных артерии (ВГА), такая операция может стать разумной альтернативой традиционному АКШ.

Нельзя не упомянуть, что применение ЛВГА для шунтирования ПНА уже давно является «золотым» стандартом коронарной хирургии. Проходимость её в отдаленные сроки после операции (более 10 лет) превышает 95% [18]. Более высокая клиническая эффективность АКШ с использованием двух ВГА при отсутствии возрастающего риска операции в сравнении с традиционным АКШ с одной ВГА подтверждена целым рядом крупных исследований [19,20]. Исследование ART, в котором на протяжении 10-летнего наблюдения авторы не выявили достоверных различий в выживаемости и качестве жизни больных после АКШ с применением двух и одной ВГА, не должно вводить в заблуждение [21]. В это мультицентровое исследование были включены клиники с разным опытом выполнения бимаммарного АКШ, что наряду с другими погрешностями, могло исказить реальный результат. Сами авторы указывают, что определяющим фактором достижения оптимального результата такой операции является большой и регулярно возобновляемый опыт её выполнения (не менее 50 операций в год). При его наличии эффективность бимаммарного АКШ выше, чем традиционной операции с одной ВГА. Ранее выполненные исследования в нашей клинике

Таблица 2. Отдаленные результаты ЧКВ и MIDCAB при изолированном поражении передней нисходящей артерии (сводная таблица разных исследований) ***Table 2.** Long-term results of PCI and MIDCAB in isolated lesion of the left anterior descending artery (summary table of various studies) *

Study design, participant characteristics and key outcomes of studies comparing MIDCAB and PCI using drug-eluting stents								
First author [year]	Country	Study design	Study period	Total participants (% male)	Mean age	Revascularization strategies	Follow-up	Key results (MIDCAB vs. DES)
Iqbal (34) [2017]	UK	Retrospective	2004–2015	3,473 (79.1%)	63	MIDCAB vs. FDES ^a ; MIDCAB vs. SDES ^b	3 years	Similar mortality
Blazek (35) [2015]	Germany	RCT	2003–2014	129 (70%)	66	MIDCAB vs. FDES ^c	7.3 years	Lower composite outcome and TVR with MIDCAB
Hannan (36) [2014]	USA	Retrospective	2008–2011	1,430 (66%)	NR	MIDCAB vs. DES [*]	3 years	Similar composite outcome and lower TVR with MIDCAB
Benedetto (37) [2014]	UK	Retrospective	2001–2013	606 (83%)	NR	MIDCAB vs. DES [*]	2232 days	Lower mortality and TVR with MIDCAB
Ungureanu (38) [2013]	Belgium	Retrospective	NR	204 (NR)	NR	MIDCAB vs. SDES ^d	2 years	Lower TVR with MIDCAB
Jones (39) [2011]	UK	Retrospective	2003–2010	874 (NR)	NR	MIDCAB vs. DES [*]	4 years	Lower MACE, mortality and TVR with MIDCAB
Buszman (40) [2011]	Poland	Retrospective	2004–2009	463 (75%)	61	MIDCAB vs. FDES ^a ; MIDCAB vs. SDES ^b	5 years	Similar MACCE, mortality, MI and lower TVR with MIDCAB
Patsa (41) [2010]	Greece	Retrospective	NR	412 (NR)	NR	MIDCAB vs. FDES ^a ; MIDCAB vs. SDES ^b	26 months	Similar mortality, MI and lower TVR with MIDCAB
Thiele (42) [2009]	Germany	RCT	2003–2007	130 (70%)	66	MIDCAB vs. FDES ^c	12 months	Similar MACE, more MI and lower TVR with MIDCAB
Glineur (43) [2009]	Belgium	Retrospective	NR	350 (NR)	63	MIDCAB vs. DES [*]	2 years	Similar mortality and lower MACCE, MI, TVR with MIDCAB
Toutouzas (44) [2007]	Greece	Retrospective	2001–2006	257 (86%)	61	MIDCAB vs. FDES ^a ; MIDCAB vs. SDES ^e	18 months	Similar MACE, mortality, MI and lower TVR with MIDCAB
Hong (45) [2005]	South Korea	RCT	2003	189 (64%)	61	MIDCAB vs. FDES ^a	6 months	Similar mortality, more MI and lower TVR with MIDCAB

* Из исследования Sheena Garg, Shahzad G. Raja Minimally invasive direct coronary artery bypass (MIDCAB) grafting. Med J 2020;5:19 | <http://dx.doi.org/10.21037/amj>

подтвердили высокий уровень безопасности РМ с использованием двух ВГА: при отсутствии госпитальной летальности частота периоперационных осложнений была низкой и не превышала таковую после традиционного АКШ с одной ВГА. Последующий анализ 15-летнего периода наблюдения показал, что операция бимаммар-

ного АКШ позволяет достичь лучших отдалённых результатов как в качестве жизни, так и в долгосрочной выживаемости. Более того, мере увеличения продолжительности послеоперационного периода эти преимущества перед традиционным коронарным шунтированием (КШ) становятся всё более очевидными [22].

Бимаммарное КШ является оптимальной операцией, доля её среди всех ежегодно выполняемых операций АКШ в нашей клинике в 2017 году достигла 75%. Однако анализ постоянно накапливаемого клинического материала показал наличие определенных ограничений для использования двух ВГА для РМ. Среди них мы выделили следующие:

- конкурентный нативный кровоток в целевой КА, что является противопоказанием к приращению аутоартериальных кондуитов;
- неудовлетворительное состояние дистального русла целевой КА в системе ЛКА для шунтирования второй ВГА;
- отсутствие должного контроля гликемии ($HbA1c \geq 7\%$) у диабетиков, история плохого заживления ран, частые кожные инфекции, недостаточная гигиена;
- очень пожилой возраст (>80);
- женский пол + ожирение;

- диабет + ожирение;
- мультифокальный атеросклероз;
- хорошее состояние альтернативных кондуитов (лучевая артерия, аутовена).

Первый пункт мы рассматриваем как противопоказание для использования любого аутоартериального кондуита ввиду крайне неблагоприятного влияния конкурентного нативного кровотока в КА с пограничным стенозом (не более 70% её просвет) на его проходимость и функцию. Остальные пункты можно рассматривать как ограничения, которые не исключают использования двух ВГА, но повышают риск стерильных осложнений. Кроме того, у лиц старческого возраста, а также у больных с мультифокальным атеросклерозом существует высокая вероятность столкнуться с патологическими структурными изменениями стенки ВГА, которая теряет свойственную ей эластичность, становится



Рис. 4, а

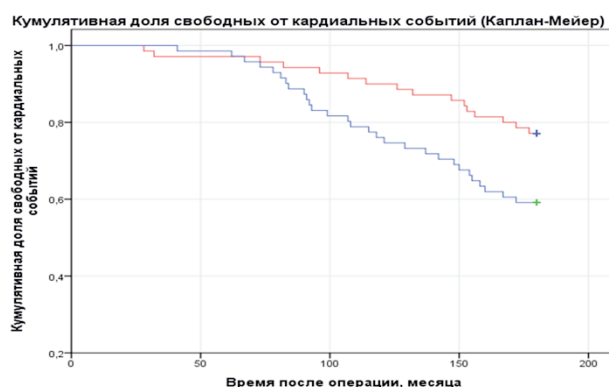


Рис. 4, б

Рисунок 4. Сравнительные результаты 15-летнего периода наблюдения после бимаммарного КШ и традиционного АКШ с одной ВГА. Кривые выживаемости (рис. 4, а) и свободы от кардиальных событий (рис. 4, б).

Figure 4. Comparative results of a 15-year follow-up period after bimammary CABG and traditional CABG with one IMA. Survival curves (fig. 4, а) and freedom from cardiac events (Fig. 4, б).

очень хрупкой, что создаёт большие, а иногда непреодолимые трудности при формировании маммарокоронарных анастомозов вплоть до их несостоятельности или фатального повреждения ВГА. По мере накопления опыта подход к оценке возможности использования двух ВГА для РМ стал более избирательным, что привело к некоторому снижению частоты выполнения бимаммарного КШ. В 2021-2022 годах его доля среди всех операций АКШ не превысила 60% (рис. 5).

В финале этой статьи нельзя не сказать о современном тренде коронарной хирургии, который является отражением вектора развития всей хирургии, направленного на минимизацию хирургической травмы и быструю реабилитацию

пациентов. Миниинвазивные операции уже сейчас занимают важное место среди хирургических методов лечения больных ИБС. Мы уже говорили о достоинствах операции MIDCAB, в том числе и её возможностях как элемента гибридного хирургического вмешательства. Следующий шаг в развитии миниинвазивной коронарной хирургии – операция множественного АКШ через миниторакотомию – MICS CABG (Minimally Invasive Cardiac Surgery Coronary Artery Bypass Surgery). Технология этой операции позволяет применять для множественного АКШ как одну ВГА, сочетая ее с аутовенозными трансплантатами, так и две ВГА, выполняя различные варианты бимаммарного КШ. Операция проводится без ИК, однако при повышенном

риске конверсии может быть выполнена с периферическим ИК. Наш опыт таких вмешательств представлен в таблице 3.

Операция MICS CABG является воспроизводимой методикой, но для её освоения необходим достаточный опыт выполнения АКШ на работающем сердце. Противопоказанием к операции считаем острый коронарный синдром. Не рекомендуем выбор MICS CABG при одномоментной ЭАЭ из внутренней сонной артерии поскольку манипуляции в области каротидного гломуса всегда опасны внезапным нарушением сердечной деятельности. Аналогичной позиции придерживаемся у больных с гемодинамически значимым поражением артерий нижних конечностей, когда отсутствует возможность подключения периферического ИК. Препятствием для MICS CABG может стать патологическая деформация грудной клетки, в частности, *pectum excavatum* (воронкообразная «грудь сапожника»). В связи

с трудностями доступа и обеспечения должной визуализации операционного поля мы с осторожностью подходим к применению данной технологии у больных с морбидным ожирением. На этапе освоения операции разумно воздержаться от такой операции у больных с диффузным поражением КА, сниженной насосной функцией ЛЖ ($\text{ФИ} < 0.4$), при планировании повторного АКШ). Однако, история коронарной хирургии в целом, и нашей клиники, в частности, показывает, что с накоплением опыта многие изначально установленные ограничения для новой операции постепенно быть таковыми перестают. Расширение возможностей для его выполнения – процесс исторически естественный, но при этом должен быть контролируемым и происходить при соблюдении основополагающих условий – не выходить за рамки установленных показаний, не увеличивать риск хирургического вмешательства и не снижать его клиническую эффективность.

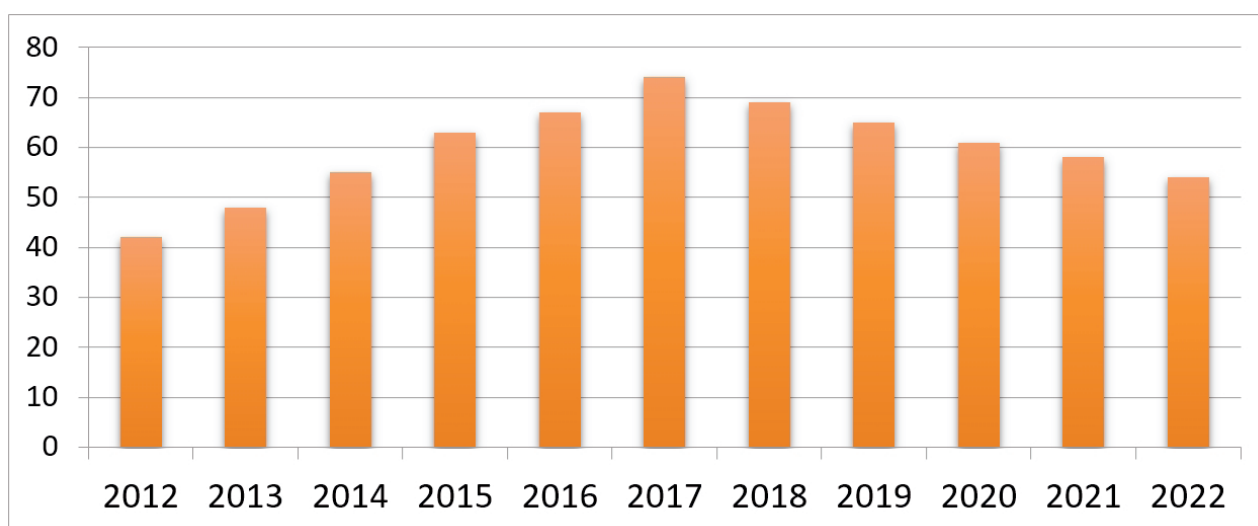


Рисунок 5. Частота выполнения множественного коронарного шунтирования использованием двух ВГА в отделении хирургии ИБС РНЦХ.

Figure 5. The frequency of performing multiple coronary bypass surgery using two IMA in the Department of Surgical Treatment of Coronary Artery Disease of the Russian research center of surgery named after academician B.V. Petrovsky.

ность по сравнению с традиционными методами лечения. Так было с технологией ОРСАВ, которая при должном исполнении была с успехом распространена на большинство операций изолированного АКШ. Так сейчас происходит с технологией MICS CABG. Уже сейчас наши коллеги в России, имеющие большой опыт таких операций применяют эту технологию у большинства оперируемых пациентов [23,24]. Несомненно, что вышепредставленные виды миниинвазивной РМ уже сейчас заняли своё место среди методов хирургического лечения больных ИБС и их дальнейшее внедрение в практику кардиохирургических клиник нашей страны дело скорого времени.

Представленный анализ состояния современной коронарной хирургии показывает, что уровень её развития в РНЦХ им. академика Б.В. Петровского соответствует всем её современным трендам. Совершенствование методов РМ, персонализированное решение при определении показаний и тактики операций у больных разной степени риска, прагматичный подход к внедрению новых технологий являются базовыми принципами хирургической деятельности. Следование им позволяет выполнять операции различной категории сложности, внедрять новые технологии с высокой клинической эффективностью при минимально допустимом риске.

Таблица 3. Характеристика и результаты операций миниинвазивного множественного АКШ.
Table 3. Characteristics and results of minimally invasive multiple CABG operations

Показатели, осложнения, летальность/ Parameters, complications, mortality	n-158	
	абс./ abs.	%
Длительность операции, мин/ Duration of the operation, min, M±m	251±88	
КШ без ИК/ Off-pump CABG, n	146	92.4
КШ с ИК/ On-pump CABG, n	12	7.6
Применение ВГА/ The use of IMA	158	100
Применение двух ВГА/ The use of two IMA	47	29.8
Индекс реваскуляризации/ Revascularization index, M±m	2.6±0.9	
Переход на стернотомию и ИК/ Conversion, n	3	1.9
Кровопотеря после операции, мл/ Postoperative blood loss, ml	215 ± 48	
Периоперационный инфаркт миокарда/ Perioperative myocardial infarction	0	
Острая сердечная недостаточность/ Acute heart failure	0	
Дыхательная недостаточность/ Respiratory failure	2	1.2
Фибрилляция предсердий/ Atrial fibrillation	16	10.1
Кровотечение/ Bleeding	0	
Инсульт/ Stroke	0	
Малая раневая инфекция/ Wound infection	5	3.1
Госпитальная летальность/ Hospital mortality	0	
Кол-во дней в кардиореанимации, сутки/ Length of stay in the intensive care unit, days, M±m	1.1 ± 0.3	
Кол-во дней в госпитале, сутки/ The length of the in-hospital stay, days, M±m	5.2 ± 1.1	

Информация об авторах:

Жбанов Игорь Викторович, д.м.н., профессор, заведующий отделением хирургии ишемической болезни сердца ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0001-7321-6214>

Author Information Form

Zhbanov Igor V., M.D., Ph.D., Prof., Head of the Department of Surgical Treatment of Coronary Artery Disease, Federal State Budgetary Research Institution "Russian research center of surgery named after academician B.V. Petrovsky", Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-7321-6214>

Вклад авторов в статью:

Концепция и дизайн исследования, Интерпретация данных, написание статьи утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание: ЖИВ

Финансирование.

Работа не требовала дополнительного финансирования.

Author Contribution Form:

Contribution to the concept and design of the study, data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content: ZhIV

Конфликт интересов.

И.В. Жбанов является членом редакционной коллегии журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия».

Список литературы

1. Акчурун Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галяутдинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2017;21(3S):34-44. [Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasiliev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E. Modern trends in coronary surgery. Circulation Pathology and Cardiac Surgery. 2017;21(3S):34-44. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44>]

2. Байдеудов А.Н., Скопин И.И., Отаров А.М., Кахцян П.В. Результаты операций и факторы риска хирургического лечения возрастных пациентов с патологией клапанов сердца и коронарным атеросклерозом. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия 2023, Т. 16, №4, с. 411–419. [Baydeuov AN, Skopin II, Otarov AM, Kakhktsyan PV. Postoperative outcomes and perioperative risk factors in elderly patients with heart valve and coronary artery disease. Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2023;16(4):411-419. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kardio202316041411>]

3. Денисюк Д.О., Пайвин А.А., Сичинава Л.Б., Снегирев М.А., Хван Н.Е., Пайвин О.А. Технические аспекты многососудистого минимально инвазивного коронарного шунтирования. Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2020;179(4):50-55.

[Denisjuk D. O., Paivin A. A., Snegirev M. A., Sichinava L. B., Khvan N. E., Paivin O. A. Technical aspects of multivessel minimally invasive coronary artery bypass. Grekov's Bulletin of Surgery. 2020;179(4):50–55. (In Russ.).<https://doi.org/10.24884/0042-4625-2020-179-4-50-55>.]

4. Зеньков А.А., Исаев М.Н., Чернов И.И. Мини-инвазивное многососудистое коронарное шунтирование – опыт первых шестисот операций. Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2023;2(1):8-17. [Zenkov A.A., Isaev M.N., Chernov I.I. Minimally Invasive Multivessel Coronary Artery Bypass Grafting: a

Single Center's Experience of 600 Cases. Minimally Invasive Cardiovascular Surgery. 2023;2(1):8-17. (In Russ.).]

5. Жбанов И.В., Сидоров Р.В., Киладзе И.З. и др. Выбор оптимального метода выполнения аортокоронарного шунтирования у пациентов высокого риска Кардиология и сердечно-сосудистая хирур-

гия. - 2014. - Т. 7, N 2 – С.15-18. [Zhbanov IV, Sidorov RV, Kiladze IZ, Uriuzhnikov VV, Molochkov AV. Selection of the optimal methods of coronary artery bypass surgery in patients with high risk. Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2014;7(2):15-18. (In Russ.).]

6. Мартиросян А.К., Жбанов И.В., Киладзе И.З. и соавт. Пятнадцатилетние отдалённые результаты операций реваскуляризации миокарда с использованием двух и одной внутренних грудных артерий. Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. 2024;(5):51-57. [Martirosyan AK, Zhbanov IV, Kiladze IZ, et al. Fifteen-year results of bilateral and unilateral internal mammary artery grafting. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2024;(5):51 57. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia202405151>]

7. Уружников В.В., Сидоров Р.В., Молочков А.В. и др. Аортокоронарное шунтирование на работающем сердце в условиях параллельного искусственного кровообращения у больных со сниженной сократительной функцией левого желудочка. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова 2010, т. 5, № 4 с 25-28. [Uruzhnikov V.V., Sidorov R.V., Molochkov A.V., et al. Aortocoronary bypass grafting on a beating heart under conditions of parallel artificial circulation in patients with reduced contractile function of the left ventricle. Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center 2010, t. 5, № 4 с 25-28. (In Russ.).]

8. Чернов И.И., Энгиноев С. Т., Кондратьев Д.А. и др. Отдаленные результаты коронарного шунтирования на работающем сердце без искусственного кровообращения. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. академика Б.В. Петровского. 2020. 4. 49-54. [Chernov I.I., Enginoev S.T., Kondrat'ev D.A., Ziankou A.A., Ekimov S.S., Motreva A.P., Magomedov G.M., Tsaroev B.S., Tarasov D.G., Komarov R.N. Long-term results of the off-pump coronary artery bypass. Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal. 2020; 8 (4): 49–54. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2020-8-4-49-54> (in Russ.).]

9. Garg S., Raja S.G. Minimally invasive direct coronary artery bypass (MIDCAB) grafting. AME Med J 2020;5:19.

10. Ghandakly E.C., Iacona G.V., Bakaeen F.G.

Coronary Artery Surgery: Past, Present, and Future. Rambam Maimonides Med J. 2024; 15(1): e0001. Published online 2024 Jan 19. doi: 10.5041/RMMJ.10515: PMC10807854.

11. Gianoli M., de Long A.R., Jacob K.A. et al. Minimally invasive surgery or stenting for left anterior descending artery disease – meta-analysis. Int J Cardiol Heart Vasc. 2022;10:40:101046. doi: 10.1016/j.ijcha.2022.101046.

12. Itagaki S., Cavallaro P., Adams D.H., Chikwe J. Bilateral internal mammary artery grafts, mortality and morbidity: an analysis of 1,526,360 coronary bypass operations. Heart. 2013;99:849-853.

13. Kron I.L., LaPar D.J., Acker M.A et al. AATS Ischemic Mitral Regurgitation Consensus Guidelines Writing Committee 2016 update to The American Association for Thoracic Surgery (AATS) consensus guidelines: Ischemic mitral valve regurgitation. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2017; V153(5): e97-e114.

14. Loop F.D., Lytle B.W., Cosgrove D.M. et al. Influence of the internal-mammary artery graft on 10-year survival other cardiac events. The New England Journal of Medicine. 1986 V. 314 №1.p. 1-6.

15. McNichols B, Spratt J.R, George J. et al. Coronary artery bypass: review of surgical techniques and impact on long-term revascularization outcomes. Cardiol Ther. 2021;10:89–109.

16. Neumann F-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. European Heart Journal. 2019. V.40, Issue 2, 7, Pages 87–165 (10).

17. Puskas J.D., Thourani V.H., Kilgo P., et al. Off-pump coronary artery bypass disproportionately

benefits high-risk patients. Ann Thorac Surg. 2009; 88 (4): 1142-1147.

18. Puskas J.D., Williams W.H., O'Donnell R. et al. Off-Pump and On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting Are Associated With Similar Graft Patency, Myocardial Ischemia, and Freedom from Reintervention: Long-term Follow-Up of Randomized Trial. Ann Thorac Surg 2011 Jun;91(6):1836-1842; discussion 1842-1843.

19. Puskas J.D., Sadiq A., Vassiliades T.A. et al. Bilateral internal thoracic artery grafting is associated with significantly improved long-term survival, even among diabetic patients. Ann Thorac Surg. 2012;94:710-715; discussion 715-716.

20. Shroyer A.L., Hattler B., Wagner T.H. et al. Five-years outcomes after on-pump and off-pump coronary-artery bypass. N Engl J Med. 2017; 377; 623-32.

21. Smart N.A., Dieberg G, King N. Long-term outcomes of on- versus off-pump coronary artery bypass grafting. J Am Coll Cardiol. 2018; 71:983-91.

22. Taggart D.P. Implications of the 10-year outcomes of the Arterial Revascularization Trial (ART) for multiple arterial grafts during coronary artery bypass graft. Eur J Cardiothorac Surg. 2019 Sep 1;56(3):427-428. doi: 10.1093/ejcts/ezz174. PMID: 31168576.

23. Taggart D.P., Gaudino M.F., Gerry S et al. Ten years outcomes after off-pump coronary artery bypass grafting: insights from the Arterial Revascularization Trial. J Thorac Cardiovasc Surg 2021;162;591-599.

24. Takagi H, Ando T, Mitta S, et al. Meta-analysis comparing ≥10-year mortality of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting. Am J Cardiol 2017;120:1933-1938.

References:

1. Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasiliev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E. Modern trends in coronary surgery. Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya.. 2017;21(3S):34-44. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44>

2. Baydeuov AN, Skopin II, Otarov AM, Kakhktsyan PV. Postoperative outcomes and perioperative risk factors in elderly patients with heart valve and coronary artery disease. Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya. 2023;16(4):411-419. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kardio202316041411>

3. Denisyuk D. O., Paivin A. A., Snegirev M. A., Sichinava L. B., Khvan N. E., Paivin O. A. Technical aspects of multivessel minimally invasive coronary artery bypass. Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova. 2020;179(4):50–55. (In Russ.).<https://doi.org/10.24884/0042-4625-2020-179-4-50-55>.

4. Zenkov A.A., Isaev M.N., Chernov I.I. Minimally Invasive Multivessel Coronary Artery Bypass Grafting: a Single Center's Experience of 600 Cases. Minimal'no invazivnaya serdechno-sosudistaya khirurgiya.. 2023;2(1):8-17. (In Russ.).

5. Zhbanov IV, Sidorov RV, Kiladze IZ, Uriuzhnikov VV, Molochkov AV. Selection of the optimal methods of coronary artery bypass surgery in patients with high risk. Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya. 2014;7(2):15-18. (In Russ.).

6. Martirosyan AK, Zhbanov IV, Kiladze IZ, et al. Fifteen-year results of bilateral and unilateral internal mammary artery grafting. Zhurnal imeni N.I. Pirogova. 2024;(5):51-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia202405151>

7. Uruzhnikov V.V., Sidorov R.V., Molochkov A.V., et al. Aortocoronary bypass grafting on a beating heart under conditions of parallel artificial circulation in patients with reduced contractile function of the left ventricle. Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra il. N.I. Pirogova 2010, t. 5, № 4 c 25-28. (In Russ.).

8. Chernov I.I., Enginoyev S.T., Kondrat'ev D.A., Ziankou A.A., Ekimov S.S., Motreva A.P., Magomedov G.M., Tsaroev B.S., Tarasov D.G., Komarov R.N. Long-term results of the off-pump coronary artery bypass. Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya. Zhurnal im. akademika B.V. Petrovskogo. 2020; 8 (4):

49–54. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2020-8-4-49-54> (in Russ.)

9. Garg S., Raja S.G. Minimally invasive direct coronary artery bypass (MIDCAB) grafting. *AME Med J* 2020;5:19.

10. Ghandakly E.C., Iacona G.V., Bakaeen F.G. Coronary Artery Surgery: Past, Present, and Future. *Rambam Maimonides Med J.* 2024; 15(1): e0001. Published online 2024 Jan 19. doi: 10.5041/RMMJ.10515: PMC10807854.

11. Gianoli M., de Long A.R., Jacob K.A. et al. Minimally invasive surgery or stenting for left anterior descending artery disease – meta-analysis. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2022;10:40:101046. doi: 10.1016/j.ijcha.2022.101046.

12. Itagaki S., Cavallaro P., Adams D.H., Chikwe J. Bilateral internal mammary artery grafts, mortality and morbidity: an analysis of 1,526,360 coronary bypass operations. *Heart.* 2013;99:849-853.

13. Kron I.L., LaPar D.J., Acker M.A et al. AATS Ischemic Mitral Regurgitation Consensus Guidelines Writing Committee 2016 update to The American Association for Thoracic Surgery (AATS) consensus guidelines: Ischemic mitral valve regurgitation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2017; V153(5): e97-e114.

14. Loop F.D., Lytle B.W., Cosgrove D.M. et al. Influence of the internal-mammary artery graft on 10-year survival other cardiac events. *The New England Journal of Medicine.* 1986 V. 314 №1.p. 1-6.

15. McNichols B, Spratt J.R, George J. et al. Coronary artery bypass: review of surgical techniques and impact on long-term revascularization outcomes. *Cardiol Ther.* 2021;10:89–109.

16. Neumann F-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal.* 2019. V.40,

Issue 2, 7, Pages 87–165 (10).

17. Puskas J.D., Thourani V.H., Kilgo P, et al. Off-pump coronary artery bypass disproportionately benefits high-risk patients. *Ann Thorac Surg.* 2009; 88 (4): 1142-1147.

18. Puskas J.D., Williams W.H., O'Donnell R. et al. Off-Pump and On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting Are Associated With Similar Graft Patency, Myocardial Ischemia, and Freedom from Reintervention: Long-term Follow-Up of Randomized Trial. *Ann Thorac Surg* 2011 Jun;91(6):1836-1842; discussion 1842-1843.

19. Puskas J.D., Sadiq A., Vassiliades T.A. et al. Bilateral internal thoracic artery grafting is associated with significantly improved long-term survival, even among diabetic patients. *Ann Thorac Surg.* 2012;94:710-715; discussion 715-716.

20. Shroyer A.L., Hattler B., Wagner T.H. et al. Five-years outcomes after on-pump and off-pump coronary-artery bypass. *N Engl J Med.* 2017; 377; 623-32.

21. Smart N.A., Dieberg G, King N. Long-term outcomes of on- versus off-pump coronary artery bypass grafting. *J Am Coll Cardiol.* 2018; 71:983-91.

22. Taggart D.P. Implications of the 10-year outcomes of the Arterial Revascularization Trial (ART) for multiple arterial grafts during coronary artery bypass graft. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019 Sep 1;56(3):427-428. doi: 10.1093/ejcts/ezz174. PMID: 31168576.

23. Taggart D.P., Gaudino M.F., Gerry S et al. Ten years outcomes after off-pump coronary artery bypass grafting: insights from the Arterial Revascularization Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2021;162;591-599.

24. Takagi H, Ando T, Mitta S, et al. Meta-analysis comparing ≥10-year mortality of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 2017;120:1933-1938.