

Непосредственные и среднеотдаленные результаты гибридной реконструкции грудной аорты по методике «замороженный хобот слона»: одноцентровое ретроспективное исследование

Для корреспонденции:

Алдар Андреевич Шаданов,
shadanovaldar@mail.ru

Поступила в редакцию 28 января 2021 г.
Исправлена 28 апреля 2021 г.
Принята к печати 29 апреля 2021 г.

Цитировать: Шаданов А.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М., Чернявский А.М. Непосредственные и среднеотдаленные результаты гибридной реконструкции грудной аорты по методике «замороженный хобот слона»: одноцентровое ретроспективное исследование. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(3):61-70. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-3-61-70>

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации (№ 121032300337-5).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ORCID ID

А.А. Шаданов,
<https://orcid.org/0000-0002-1176-8125>
Д.А. Сирота,
<https://orcid.org/0000-0002-9940-3541>
М.М. Ляшенко,
<https://orcid.org/0000-0001-8675-8303>
А.М. Чернявский,
<https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>

© А.А. Шаданов, Д.А. Сирота, М.М. Ляшенко, А.М. Чернявский, 2021

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

А.А. Шаданов, Д.А. Сирота, М.М. Ляшенко, А.М. Чернявский

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

Актуальность. При аневризмах и расслоениях грудной аорты обширные «открытые» реконструкции ассоциированы с осложнениями, высокой летальностью и необходимостью повторных вмешательств в отдаленном периоде. Применяемая в течение последних двух десятилетий методика «замороженный хобот слона» демонстрирует положительные ближайшие и отдаленные результаты, что определяет актуальность выбранной тематики для дальнейших исследований.

Цель. Анализ непосредственных и отдаленных результатов применения методики «замороженный хобот слона» у пациентов с заболеваниями грудной аорты в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России.

Методы. Подвергли реконструкции дуги аорты по методике «замороженный хобот слона» 40 пациентов с февраля 2012 г. по октябрь 2020 г. Провели ретроспективный анализ до-, интра- и послеоперационных данных с оценкой ранней послеоперационной и отдаленной выживаемости пациентов с аневризмой дистальной части дуги аорты с расслоением аорты I и III типов (1-я группа, n = 26) и без него (2-я группа, n = 14).

Результаты. Внутригоспитальная выживаемость в 1-й и 2-й группах составила 95,9 и 68,5 % соответственно (лог-ранк тест, p = 0,048). Группы не различались по частоте развития острого нарушения мозгового кровообращения (7,7 % в 1-й против 7,1 % во 2-й, p = 0,724) и спинальных инсультов (0 против 14,3 %, p = 0,117). В отдаленном периоде через 1, 3 и 5 лет выживаемость в 1-й группе не изменялась и составила 95,9 %. Во 2-й группе показатели выживаемости через 30 дней, 6 и 12 мес. — 91,3, 68,5 и 57,0 % соответственно. В 1-й группе риск летальности был на 90 % ниже, чем во 2-й (отношение рисков 0,096; 95% доверительный интервал 0,01–0,81; p = 0,038). Свобода от вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты в 1-й группе через 30 дней, 6 мес., 1, 3 и 5 лет составила 91,8, 83,0, 64,7, 59,3 и 59,3 % соответственно. Во 2-й группе этот показатель через 30 дней, 6 и 12 мес. — 90,9, 75,7 и 75,7 % соответственно, статистически значимых различий не выявили (лог-ранк тест, p = 0,587).

Заключение. Применение методики «замороженный хобот слона» у пациентов с заболеваниями грудной аорты ассоциируется с приемлемыми уровнем летальности и частотой повторных вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты в ближайшем и отдаленном послеоперационных периодах.

Ключевые слова: аневризма аорты; «замороженный хобот слона»; расслоение аорты; хирургия дуги аорты

Введение

Реконструкция дуги и нисходящего отдела аорты характеризуется высоким уровнем осложнений и смертности [1]. Методика «замороженный хобот слона» разработана на основе классического вмешательства, предложенного Н. Borst, для улучшения отдаленных результатов и сокращения числа повторных вмешательств на грудном отделе аорты [2]. Изначально технику использовали в одноэтапных реконструкциях при аневризмах дуги и нисходящего отдела аорты, но с накоплением опыта доказали эффективность и безопасность данного вмешательства у пациентов с острым и хроническим расслоением аорты I типа по Дебейки, а также у определенной когорты с расслоением III типа [3; 4]. Несмотря на продолжающиеся дебаты о целесообразности выполнения расширенной реконструкции дуги аорты при остром расслоении аорты I типа по Дебейки, методика все чаще применяется у этой категории пациентов, поскольку не увеличивает риск ранней послеоперационной летальности и снижает вероятность повторных вмешательств за счет стабилизации истинного канала в отдаленном периоде [5; 6].

Цель ретроспективного исследования — оценка результатов 8-летнего опыта ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России по использованию методики «замороженный хобот слона» у пациентов с аневризмами и расслоениями аорты.

Методы

С февраля 2012 г. по октябрь 2020 г. 41 пациенту ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России выполнили гибридную реконструкцию дуги и нисходящего отдела аорты по методике «замороженный хобот слона». Один случай острого расслоения аорты I типа исключили из исследования, и в окончательный вариант вошли 40 пациентов: 26 с подострым и хроническим расслоением аорты I и III типов по классификации Дебейки, которым была показана реконструкция дуги и нисходящего отдела аорты с реплантацией ветвей дуги аорты (1-я группа), и 14 с аневризмами дистального отдела дуги и проксимальной части нисходящего отдела аорты без расслоения (2-я группа). Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Все участники перед включением подписали информированное согласие.

Вводили и анализировали данные ретроспективно из базы данных НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина,

послеоперационный контроль проводили через 6 и 12 мес. после оперативного вмешательства, затем каждые 12 мес. Контроль осуществляли по результатам непосредственного обращения пациента в поликлинику НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина или посредством заочной консультации и по телефону с анализом контрольных данных мультиспиральной компьютерной томографии и ангиографии грудного и брюшного отделов аорты. Клиническое наблюдение за выживаемостью выполняли до ноября 2020 г. Если пациент не выходил на связь или отсутствовал контакт, принимали дату последнего визита и отмечали случай как цензурированный.

Техника операции

Всех пациентов оперировали через срединную стернотомию в условиях искусственного кровообращения, циркуляторного ареста и селективной антеградной перфузии головного мозга. Для артериальной канюляции использовали правую подключичную артерию в 3-м сегменте, для венозной — правое предсердие. Во время антеградной перфузии головного мозга контролировали оксигенацию путем церебральной оксиметрии. Оперативное вмешательство проводили в условиях умеренной гипотермии с достижением температуры 23–24 °С по ректальному датчику. Кардиоплегию осуществляли раствором «Кустодиол» (Dr. Franz Köhler Chemie GmbH, Бенсхайм, Германия). Циркуляторный арест применяли после остановки искусственного кровообращения и начала антеградной перфузии головного мозга со скоростью 8–10 мл/кг/мин. После резекции дуги аорты имплантировали гибридный стент-графт в нисходящий отдел аорты с помощью проводника, заранее проведенного через бедренную артерию. В случае использования гибридного протеза E-vita OPEN PLUS (JOTEC GmbH, Хехинген, Германия) ветви дуги аорты реплантировали островковой техникой, при применении гибридного протеза Thoraflex Hybrid (Vascutek Terumo, Инчиннан, Шотландия, Великобритания) выполняли отдельную реплантацию ветвей дуги аорты к браншам протеза.

Конечные точки

Первичной конечной точкой стали 30-дневная летальность от всех причин и накопленная выживаемость в отдаленном периоде. В качестве вторичной точки оценивали свободу от повторных вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты.

Табл. 1. Дооперационные данные

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
Возраст, лет	52,3 ± 8,5	59,2 ± 8,8	0,022*
Рост, см	171,6 ± 8,6	170,5 ± 9,4	0,722
Вес, кг	81,1 ± 17,1	73,3 ± 14,1	0,170
Мужской пол, n (%)	17 (65,3)	11 (78,5)	0,311
Синдром Марфана, n (%)	1 (3,85)	0 (0)	0,650
Артериальная гипертензия, n (%)	23 (88,4)	13 (92,8)	0,562
Проксимальная реконструкция, n (%)	2 (7,7)	0 (0)	0,417
Атеросклеротическое поражение сосудов периферических бассейнов, n (%)	9 (34,6)	10 (71,4)	0,029*

Примечание. * Статистическая значимость при $p < 0,05$.

Статистический анализ

Статистический анализ выполняли с использованием программы Stata 14.0 (StataCorp LLC, Колледж-Стейшен, США). Нормальность распределения определяли тестом Шапиро – Уилка. Непрерывные данные с нормальным распределением представляли как среднее значение ± стандартное отклонение, данные с неизвестным законом распределения — как медиану [25-й и 75-й процентиля]. Категориальные данные оценивали в виде частот и процентов. Непрерывные данные между группами сравнивали с помощью t-теста для несвязанных выборок при нормальном распределении, при неизвестном законе распределения — критерием суммы рангов Уилкоксона (U-критерий Манна – Уитни). Категориальные данные оценивали точным тестом Фишера. Анализ выживаемости и свободы от повторных вмешательств выполняли методом Каплана – Майера, сравнение между группами — лог-ранк тестом. Независимые предикторы летальности оценивали в модели однофакторной регрессии Кокса, результаты описывали как отношение рисков (ОР) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Значимость данных принимали при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование включили 40 больных, подвергшихся реконструкции дуги и нисходящей аорты с применением методики «замороженный хобот слона». Первую группу составили пациенты с хроническим расслоением аорты I ($n = 17$; 42,5 %) и III типов ($n = 2$; 5 %) и подострым расслоением I типа ($n = 7$; 17,5 %). Во 2-й группе были более возрастные пациенты ($59,2 \pm 8,8$ против $52,3 \pm 8,5$ года, $p = 0,022$) и чаще диагностировали атеросклеротические по-

ражения периферических бассейнов ($n = 10$; 71,4 % против $n = 9$; 34,6 %, $p = 0,029$). В 1-й группе двум (7,7 %) пациентам ранее выполняли проксимальные реконструкции грудного отдела аорты, по остальным параметрам группы статистически значимо не различались (табл. 1).

Интраоперационные данные

Данные хирургического вмешательства и послеоперационного периода представлены в табл. 2. Исследуемые группы не различались по длительности искусственного кровообращения ($p = 0,996$), сердечного ($p = 0,832$) и циркуляторного арестов ($p = 0,129$). Гибридные протезы E-vita OPEN PLUS и Thoraflex Hybrid имплантировали 29 (72,5 %) и 11 (27,5 %) пациентам соответственно (рис. 1). Во 2-й группе чаще выполняли аортокоронарное шунтирование ($n = 3$; 21,4 % против $n = 0$; 0 %, $p = 0,037$). В 1-й группе протезированию восходящего отдела аорты подвергли 25 (96,1 %) пациентов против 14 (100 %) во 2-й группе ($p = 0,650$).

Послеоперационные осложнения и 30-дневная летальность

Группы статистически значимо не различались по 30-дневной летальности (4 % в 1-й против 8,7 % во 2-й, $p = 0,652$) (табл. 2). Основной причиной смерти у пациента в 1-й группе являлась полиорганная недостаточность на фоне ишемического некроза тонкого кишечника. У больного во 2-й группе в первые часы после операции возникла внезапная остановка сердечной деятельности (фибрилляция желудочков) с безуспешной реанимацией.

В раннем послеоперационном периоде в группах выявили по одному случаю эндолика типа Ib (3,8 %

Табл. 2. Операционные и послеоперационные данные

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
Длительность искусственного кровообращения, мин	234,6 ± 30,8	234,5 ± 40,0	0,996
Длительность сердечного ареста, мин	139,3 ± 35,6	136,9 ± 33,1	0,832
Длительность циркуляторного ареста / антеградной перфузии головного мозга, мин	70,9 ± 19,8	80,2 ± 13,8	0,129
Протез E-vita OPEN PLUS, n (%)	21 (80,7)	8 (57,1)	0,126
Протез Thoraflex Hybrid, n (%)	5 (19,3)	6 (42,9)	0,126
Вмешательства на корне аорты и коронарных сосудах			
Протезирование восходящего отдела аорты, n (%)	25 (96,1)	14 (100)	0,650
Операция Бенталла – де Боно, n (%)	1 (3,8)	0 (0)	0,650
Операция Florida Sleeve, n (%)	2 (7,7)	1 (7,1)	0,724
Операция Дэвида, n (%)	1 (3,8)	0 (0)	0,650
Аортокоронарное шунтирование, n (%)	0 (0)	3 (21,4)	0,037*
Послеоперационные результаты			
Острое нарушение мозгового кровообращения, n (%)	2 (7,7)	1 (7,1)	0,724
Спинальный инсульт, n (%)	0 (0)	2 (14,3)	0,117
Длительная искусственная вентиляция легких, n (%)	11 (42,3)	6 (42,8)	0,616
Мальперфузия внутренних органов, n (%)	2 (7,7)	0 (0)	0,417
Нарушение ритма сердца, n (%)	6 (23)	1 (7,1)	0,208
Внутригоспитальная пневмония, n (%)	2 (7,7)	0 (0)	0,417
Гидроторакс, n (%)	7 (26,9)	2 (14,3)	0,310
Кровотечение в течение 12 ч после операции, мл	392 [300–470]	520 [260–830]	0,410
Повторное вмешательство по поводу кровотечения, n (%)	5 (19,2)	4 (28,5)	0,383
Эндолик типа Ib, n (%)	1 (3,8)	1 (7,1)	0,583
Стент-графт-индуцированный новый надрыв интимы, n (%)	1 (3,8)	0 (0)	0,650
30-дневная летальность, n (%) [95% ДИ]	1 (4) [0,6–25,0]	1 (8,7) [1,2–46,6]	0,652
Внутригоспитальная летальность, n (%) [95% ДИ]	1 (4) [0,6–25,0]	3 (31,5) [11–70]	0,048*

Примечание. Данные представлены как M ± SD или как n (%); ДИ — доверительный интервал; * значимость при p < 0,05.

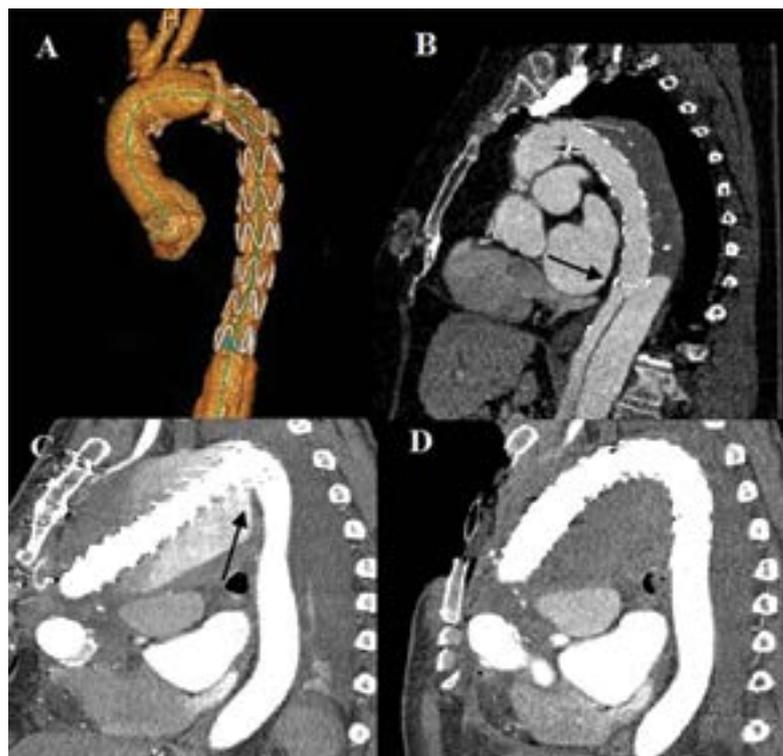
в 1-й против 7,1 % во 2-й, p = 0,583). У пациента в 1-й группе эндолик сопровождался сдавлением трахеи, что потребовало открытого протезирования нисходящего отдела аорты с иссечением аневризматического мешка, а больному во 2-й группе для устранения эндолика выполнили эндопротезирование нисходящего отдела аорты стент-графтом Valiant (Medtronic, Миннеаполис, США) (рис. 1).

Группы статистически значимо не различались по частоте развития острого нарушения мозгового

кровообращения (n = 2; 7,7 % в 1-й против n = 1; 7,1 % во 2-й, p = 0,724) и спинальных инсультов (n = 0; 0 % в 1-й против n = 2; 14,3 % во 2-й, p = 0,117).

В 1-й группе выявили 2 (7,7 %) случая мальперфузии внутренних органов после оперативного вмешательства с сужением истинного просвета аорты дистальнее стент-графта. В первом случае данное состояние предположили в первые часы после операции из-за возникшей разницы артериального давления между верхней и нижней половинами

Рис. 1. Послеоперационные данные компьютерной томографии – ангиографии грудного отдела аорты: общий вид после операции «замороженный хобот слона» гибридным протезом E-vita OPEN PLUS (A); стент-графт-индуцированный новый надрыв интимы через 7 лет после операции, стрелкой указан дистальный конец стент-графта, провалившийся в просвет ложного канала (B); дистальный эндолик типа Ib у пациента с аневризмой грудного отдела аорты, стрелкой указан дистальный конец стент-графта Thoraflex Hybrid с эндоликом и частичным контрастированием аневризматического мешка (C); после эндопротезирования дистального конца стент-графта и нисходящей аорты стент-графтом Valiant (D)



тела. Выполнили ангиобаллонопластику с формированием фенестрации в брюшном отделе аорты, симптомы регрессировали. Во втором случае на 7-е сут. выявили клинику тонкокишечной непроходимости, после дообследования провели ангиобаллонопластику со стентированием брюшного отдела аорты, несмотря на успешный ангиографический результат, в дальнейшем пациенту потребовалась резекция тонкого кишечника, развилась полиорганная недостаточность с летальным исходом на 30-е сут.

Группы статистически значимо не различались по объему кровотока за первые 12 ч после операции (392 [300–470] мл в 1-й против 520 [260–830] мл во 2-й, $p = 0,410$) и частоте повторных вмешательств по поводу кровотечений ($n = 5$; 19,2 % в 1-й против $n = 4$; 28,5 % во 2-й, $p = 0,383$). В 4 из 5 случаев повторных вмешательств в 1-й группе и в 3 из 4 случаев во 2-й группе пациентов первично переводили в отделение интенсивной терапии на фоне гипокоагуляции с тампонирующей раной, соответственно, им выполняли отсроченное ушивание грудной клетки.

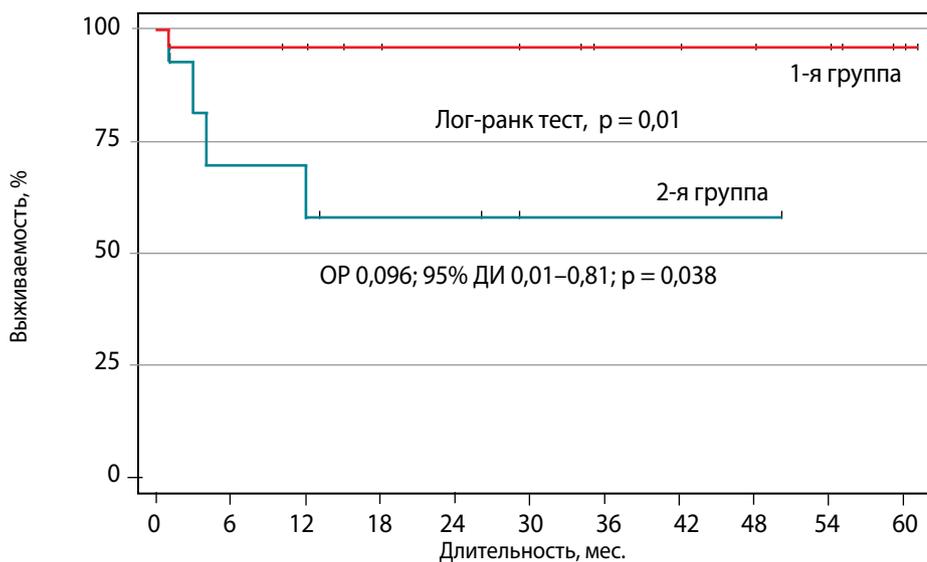
Группы статистически значимо не различались по частоте развития нарушений ритма сердца ($n = 6$; 23 % в 1-й против $n = 1$; 7,1 %, $p = 0,208$ во 2-й). У 5 пациентов в 1-й группе зарегистрировали парок-

сизмальную форму фибрилляции предсердий, купировали медикаментозно. У 1 больного выявили синусовую брадикардию, потребовавшую в течение первых суток временной кардиостимуляции и медикаментозной терапии в палате интенсивной терапии. Во 2-й группе зарегистрировали 1 случай фибрилляции желудочков с безуспешной реанимацией.

При выполнении однофакторного регрессионного анализа Кокса предикторы летальности в общей выборке не выявили.

Среднесрочные и отдаленные результаты

В отдаленном периоде в 1-й группе летальность не зарегистрирована, выживаемость 95,9 % [95% ДИ 74,4–99,4] (рис. 2, табл. 2). Медиана наблюдения выживаемости — 34,5 [1-й и 3-й квартили 12–59] мес. Выживаемость во 2-й группе через 6 и 12 мес. составила 68,5 [95% ДИ 30,0–88,7] и 57 % [95% ДИ 21,5–81,5] соответственно, медиана наблюдения — 3,5 (1–13) мес. Во 2-й группе в среднесрочном и отдаленном периодах зарегистрировали 3 летальных случая: ввиду острого нарушения мозгового кровообращения с внутригоспитальной пневмонией и сепсисом; диастаза грудины и медиастинита, септического шока несмотря на длительную терапию; по неуточненной причине через 12 мес. после операции.



Число пациентов в группе риска

1-я группа	26	22	21	17	16	14	12	12	10	9	6
2-я группа	14	6	6	3	3	1	1	1	1	0	0

Рис. 2. Выживаемость после методики «замороженный хобот слона»: кривая Каплана – Майера

Примечание. ОР — отношение рисков; ДИ — доверительный интервал.

Группы статистически значимо различались по отдаленной выживаемости (лог-ранк тест, $p = 0,01$). В 1-й группе риск летальности был ниже на 90 % [ОР 0,096; 95% ДИ 0,01–0,81; $p = 0,038$] (рис. 2).

В дальнейшем из наблюдения выбыли 3 пациента: один выписан из стационара в удовлетворительном состоянии, на контакт не выходил; двое выписаны под наблюдение в медицинские учреждения по месту жительства в вегетативном состоянии, их дальнейшая судьба неизвестна. Выбывшие пациенты указаны как цензурированные по дате выписки.

Вмешательства на торакоабдоминальном отделе аорты

Свобода от вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты в 1-й группе через 30 дней, 6 мес., 1, 3 и 5 лет составила 91,8 [95% ДИ 71,1–97,9], 83 [95% ДИ 60,9–93,3], 64,7 [95% ДИ 41,5–80,6], 59,3 [95% ДИ 36,0–76,6] и 59,3 [95% ДИ 36,0–76,6] % соответственно. Медиана наблюдения — 13,5 (5–35) мес. Во 2-й группе этот показатель через 30 дней, 6, 12 мес. был 90,9 [95% ДИ 50,8–98,6], 75,7 [95% ДИ 30,4–93,7] и 75,7 [95% ДИ 30,4–93,7] % соответственно (рис. 3). Медиана наблюдения — 2 [1–13] мес. При сравнении группы статистически значимо не различались (лог-ранк тест, $p = 0,587$).

В раннем и отдаленном послеоперационных периодах вмешательства на нисходящей и / или брюшной аорте выполняли 9 (34,6 %) пациентам в 1-й группе и 2 (14,3 %) во 2-й. В 1-й группе 3 больным провели вмешательство по экстренным показаниям в связи с синдромом мальперфузии внутренних органов ($n = 2$) и эндоликом типа Ib ($n = 1$). После выписки из стационара 6 пациентов подвергли плановым вмешательствам на нисходящей и брюшной аорте (5 — эндоваскулярным, 1 — полному протезированию торакоабдоминального отдела аорты); все имели хроническое расслоение аорты типа А с исходной аневризматической трансформацией торакоабдоминального отдела.

Двум пациентам из 2-й группы выполнили эндопротезирование нисходящей аорты: одному — по экстренным показаниям из-за эндолика типа Ib в раннем послеоперационном периоде; другому — плановое через 4 мес. после выписки из-за протяженной (> 180 мм) аневризмы. В обоих случаях стентировали нисходящую грудную аорту.

В 1-й группе выявили 1 (3,8 %) случай стент-графт-индуцированного нового надрыва интимы во время рутинного выполнения компьютерной томографии – ангиографии аорты через 7 лет после операции (рис. 1). В январе 2021 г. пациент

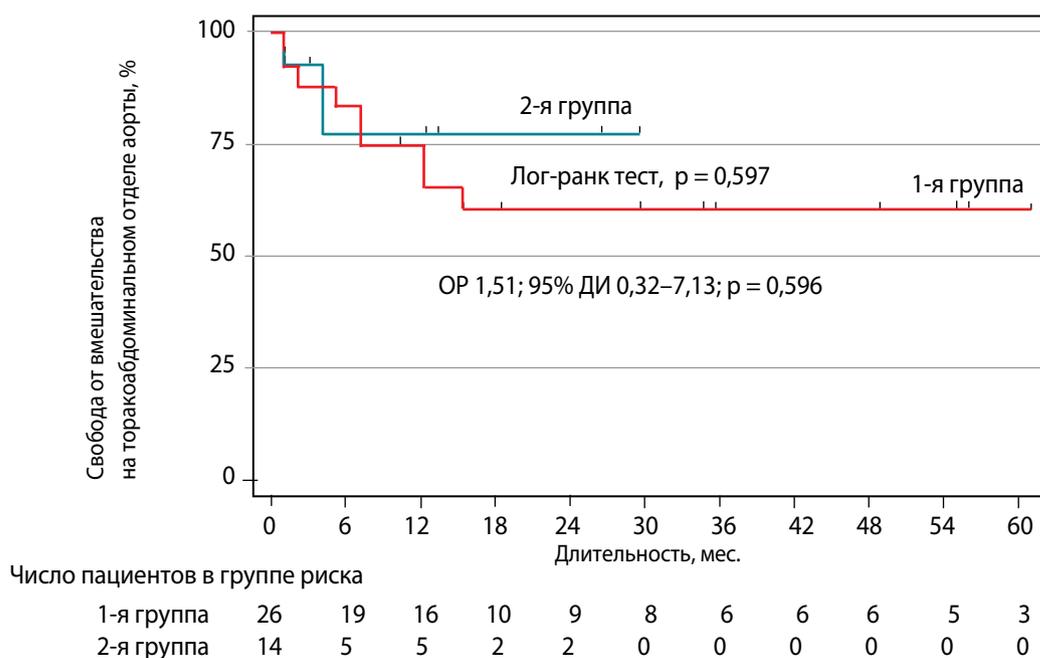


Рис. 3. Свобода от повторных вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты: кривая Каплана – Майера
 Примечание. ОР — отношение рисков; ДИ — доверительный интервал.

находился на заочном наблюдении ввиду отсутствия симптоматики и стабильного ремоделирования аорты.

Обсуждение

Продемонстрирован 8-летний опыт гибридной хирургии грудного отдела аорты в НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина, где впервые в России в 2012 г. А.М. Чернявский выполнил операцию «замороженный хобот слона» [7].

В нашем исследовании в 1-й группе 30-дневная и внутригоспитальная летальность составила 4 %, что сопоставимо с результатами зарубежных и отечественных авторов [5; 8–11]. Во 2-й группе показатели 30-дневной и внутригоспитальной летальности 8,7 и 31,5 % соответственно. Согласно другим исследованиям, внутригоспитальная летальность при применении методики «замороженный хобот слона» у пациентов с дегенеративными аневризмами грудного отдела аорты составляет 0,0–17,1 % [12–14]. Высокая летальность во 2-й группе обусловлена более возрастной категорией пациентов, чем в 1-й группе ($59,2 \pm 8,8$ против $52,3 \pm 8,5$ года, $p = 0,022$), и, соответственно, отягощенным атеросклеротическим анамнезом (71,4 против 34,6 %, $p = 0,029$), что подтверждают результаты

нашего исследования: пациенты в этой группе чаще подвергались коронарному шунтированию (21,4 против 0,0 %, $p = 0,037$). D.H. Tian и соавт. в систематическом обзоре отдаленных результатов по методике «замороженный хобот слона» с участием 4 178 пациентов выявили, что общая внутригоспитальная и 30-дневная летальность составляет 10,2 % [95% ДИ 8,7–12,0] [8]. Отдаленная выживаемость в нашем исследовании через 1, 3 и 5 лет для 1-й группы не изменялась и составила 95,9 %, что соответствует данным D.H. Tian и соавт., согласно которым через 1, 3 и 5 лет выживаемость была 89,6, 85,2 и 82,0 % соответственно [8].

Низкий уровень ранней послеоперационной смертности в 1-й группе может быть обусловлен отсутствием пациентов с острым расслоением аорты типа А. Это подтвердили результаты многофакторного анализа: острое расслоение аорты типа А являлось независимым предиктором 30-дневной летальности у пациентов, подвергшихся реконструкции дуги аорты [ОР 1,9; 95% ДИ 1,3–3,2; $p < 0,001$] [15].

С другой стороны, Sh.S. Poon и соавт. в анализе международного регистра ARCH сравнили полное протезирование дуги аорты и методику «замороженный хобот слона» и выявили, что последняя при остром расслоении аорты ассоциировалась

со значимо низким риском смертности [ОР 0,47; 95% ДИ 0,23–0,92; $p = 0,03$] [6].

Неврологический статус пациента после расширенной реконструкции дуги аорты — важный фактор оценки послеоперационного результата. Группы не различались по частоте развития острых нарушений мозгового кровообращения (7,7 % в 1-й против 7,1 % во 2-й, $p = 0,706$), что соотносится с данными систематического обзора, в котором церебральные осложнения встречаются в 7,7 % случаев [8]. В нашем исследовании группы не различались и по частоте развития спинальных инсультов (0 % в 1-й против 14,3 % во 2-й, $p = 0,101$), при этом 2 случая зарегистрированы во 2-й группе. По данным О. Preventza и соавт., риск спинальной ишемии при остром расслоении аорты был выше у пациентов с длинной стентированной частью гибридного протеза (более 15 см или на уровне 8-го грудного позвонка) в сравнении с протезами короткой стентированной частью гибридного протеза (11,6 против 2,5 %, $p < 0,001$) [16]. J. Flores и соавт. выявили спинальные ишемии у 24 % пациентов с дегенеративными аневризмами, подвергшихся реконструкциям по типу «стентированного хобота слона»; посадочная зона на уровне Т8 и дистальнее была независимым предиктором развития паралича [ОР 5,4; 95% ДИ 1,084–27,514; $p = 0,039$] [17]. А. Hoffman и соавт. определили для посадочной зоны Т10–Т12, размеры стент-графтов подбирали согласно общему диаметру аорты, и ни у одного из 32 пациентов, подвергшихся методике «замороженный хобот слона» при остром расслоении аорты, не развилось повреждение спинного мозга [18]. Вероятнее всего, высокая частота спинальных инсультов во 2-й группе связана с системным атеросклеротическим поражением сосудов и более возрастной когортой пациентов, что не позволяет коллатеральной сети спинного мозга быстро адаптироваться к изменениям кровоснабжения. Не исключаем, что при хронических расслоениях аорты кровотоки в спинальных ветвях более адаптированы к ишемическому воздействию при раскрытии стент-графта, чем стенка аорты при аневризматическом поражении.

После методики «замороженный хобот слона» мы выполнили вмешательства на торакоабдоминальном отделе аорты у 9 (34,6 %) пациентов в 1-й группе и у 2 (14,3 %) во 2-й. В 1-й группе 7 из 9 больных перенесли эндопротезирование аорты. По данным А. Leone и соавт., полученным в двух европейских центрах, 23,1 % пациентов в отдаленном периоде

нуждались в дополнительных оперативных вмешательствах на нисходящей и абдоминальной аорте [9]. Показаниями к плановым вмешательствам в 1-й группе послужили исходная аневризматическая трансформация нисходящего отдела аорты (диаметр > 60 мм) и рост аорты (≥ 10 мм за год) в послеоперационном периоде. F. Ius и соавт. выявили, что хроническое расслоение аорты является независимым предиктором вмешательств на дистальном отделе аорты [ОР 3,8; 95% ДИ 1,5–9,3; $p = 0,004$]. Это объясняется тем, что при хроническом расслоении аорты интимомедиальная мембрана более ригидная, чем при остром расслоении, что, в свою очередь, способствует перфузии ложного канала в дистальных отделах аорты и является естественным течением расслоения аорты [19]. Вмешательства на торакоабдоминальном отделе аорты после методики «замороженный хобот слона» преимущественно выполняют эндоваскулярным путем; это подтверждает, что стентированная часть гибридного протеза является идеальной посадочной зоной для процедуры TEVAR (англ. thoracic endovascular aortic repair — эндоваскулярное восстановление аорты) [19; 20]. Дистальная часть гибридного протеза подходит для «открытого» анастомоза с классическим сосудистым протезом и позволяет избежать открытого анастомоза в области дуги аорты с циркуляторным арестом [20; 21].

Ограничения

Ограничениями являлись ретроспективный дизайн исследования и малый объем выборки.

Заключение

Выполнение гибридного вмешательства на грудном отделе аорты демонстрирует удовлетворительные отдаленные результаты с низким уровнем смертности и приемлемым количеством вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты у пациентов с расслоением аорты. Методику «замороженный хобот слона» можно осуществлять с относительно низким риском летальности у плановых пациентов с расслоением аорты. Следует оценить результаты выживаемости и послеоперационных осложнений у пациентов с аневризмами на большем объеме выборки.

Список литературы / References

1. Hanif H., Dubois L., Ouzounian M., Peterson M.D., El-Hamamsy I., Dagenais F., Hassan A., Chu M.W.A., Canadian Thoracic Aortic Collaborative Investigators. Aortic arch reconstructive surgery with

- conventional techniques vs frozen elephant trunk: a systematic review and meta-analysis. *Can J Cardiol*. 2018;34(3):262-273. PMID: 29395709. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.12.020>
2. Borst H.G., Walterbusch G., Schaps D. Extensive aortic replacement using "elephant trunk" prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;31(1):37-40. PMID: 6189250. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1020290>
 3. Ma W.-G., Chen Yu., Zhang W., Li Q., Li J.-R., Zheng J., Liu Y.-M., Zhu J.-M., Sun L.-Zh. Extended repair for acute type A aortic dissection: long-term outcomes of the frozen elephant trunk technique beyond 10 years. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2020;61(3):292-300. PMID: 32077675. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.20.11293-X>
 4. Jakob H., Idhrees M., Bashir M. Frozen elephant trunk with straight vascular prosthesis. *Ann Cardiothorac Surg*. 2020;9(3):164-169. PMID: 32551248. PMCID: PMC7298244. <https://doi.org/10.21037/acs-2020-fet-60>
 5. Tsagakis K., Pacini D., Grabenwöger M., Borger M.A., Goebel N., Hemmer W., Santos A.L., Sioris T., Widenka K., Risteski P., Mascaro J., Rudez I., Zierer A., Mestres C.A., Ruhparwar A., Di Bartolomeu R., Jakob H. Results of frozen elephant trunk from the international E-vita Open registry. *Ann Cardiothorac Surg*. 2020;9(3):178-188. PMID: 32551250. PMCID: PMC7298229. <https://doi.org/10.21037/acs-2020-fet-25>
 6. Poon Sh.S., Tian D.H., Yan T., Harrington D., Nawaytou O., Kuduvalli M., Haverich A., Ehrlich M., Ma W.-G., Sun L.-Zh., Estrera A.L., Field M., International Aortic Arch Surgery Study Group. Frozen elephant trunk does not increase incidence of paraplegia in patients with acute type A aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;159(4):1189-1196.e1. PMID: 31126657. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.03.097>
 7. Чернявский А.М., Альсов С.А., Ляшенко М.М., Сирота Д.А., Хван Д.С. Применение «гибридного» протеза в реконструкции дуги и проксимального отдела грудной аорты при расслоении аорты I типа по Дебейки. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2012;(5):11-15. [Chernyavskiy A.M., Alsov S.A., Lyashenko M.M., Sirota D.A., Khvan D.S. "Hybrid" prosthesis for arch and proximal thoracic aorta reconstruction in cases of DeBakey type I aortic dissection. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery = Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2012;(5):11-15. (In Russ.)]
 8. Tian D.H., Ha H., Joshi Ya., Yan T.D. Long-term outcomes of the frozen elephant trunk procedure: a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg*. 2020;9(3):144-151. PMID: 32551246. PMCID: PMC7298235. <https://doi.org/doi:10.21037/acs.2020.03.08>
 9. Leone A., Beckmann E., Andreas M., Di Marco L., Pantaleo A., Reggiani L.B., Haverich A., Di Bartolomeu R., Pacini D., Shrestha M. Total aortic arch replacement with frozen elephant trunk technique: Results from two European institutes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;159(4):1201-1211. PMID: 31208809. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.03.121>
 10. Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Ходашинский И.А. Пятилетние результаты применения методики «замороженный хобот слона» при расслоении грудной аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019;25(2):65-71. [Kozlov B.N., Panfilov D.S., Khodashinsky I.A. Five-year results of using the "frozen elephant trunk" technique for thoracic aortic dissection. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019;25(2):72-78. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33529/ANGIO2019205>
 11. Чарчян Э.Р., Брешенков Д.Г., Белов Ю.В. Гибридные операции у пациентов с расслоением аорты III типа и поразением ее проксимального отдела. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;(9):28-37. [Charchyan E.R., Breshenkov D.G., Belov Yu.V. Hybrid aortic repair in patients with type III aortic dissection and concomitant proximal aortic lesion. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2020;(9):28-37. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/hirurgia202009128>
 12. Koizumi Sh., Nagasawa A., Koyama T. Total aortic arch replacement using frozen elephant trunk technique with J Graft Open Stent Graft for distal aortic arch aneurysm. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(2):91-94. PMID: 29119448. <https://doi.org/10.1007/s11748-017-0856-z>
 13. Shrestha M., Martens A., Kaufeld T., Beckmann E., Bertele A., Krueger H., Neuser J., Fleissner F., Ius F., Abd Alhadi F., Hanke J., Schmitto J.D., 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;52(5):858-866. PMID: 28977379. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezx218>
 14. Shrestha M., Kaufeld T., Beckmann E., Fleissner F., Umminger J., Abd Alhadi F., Boethig D., Krueger H., Haverich A., Martens A. Total aortic arch replacement with a novel 4-branched frozen elephant trunk prosthesis: Single-center results of the first 100 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152(1):148-159.e1. PMID: 27167026. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.02.077>
 15. Misfeld M., Leontyev S., Borger M.A., Gindensperger O., Lehmann S., Legare J.-F., Mohr F.W. What is the best strategy for brain protection in patients undergoing aortic arch surgery? A single center experience of 636 patients. *Ann Thorac Surg*. 2012;93(5):1502-1508. PMID: 22480393. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.01.106>
 16. Preventza O., Liao J.L., Olive J.K., Simpson K., Critsinelis A.C., Price M.D., Galati M., Cornwell L.D., Orozco-Sevilla V., Omer Sh., Jimenez E., LeMaire S.A., Coselli J.S. Neurologic complications after the frozen elephant trunk procedure: A meta-analysis of more than 3000 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;160(1):20-33.e4. PMID: 31757456. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.10.031>
 17. Flores J., Kunihara 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. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(2):336-342. PMID: 16434262. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.09.050>
 18. Hoffman A., Damberg A.L.M., Schälte G., Mahnken A.H., Raweh A., Autschbach R. Thoracic stent graft sizing for frozen elephant trunk repair in acute type A dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145(4):964-969.e1. PMID: 22507842. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.03.059>
 19. Ius F., Fleissner F., Pichlmaier M., Karck M., Martens A., Haverich A., Shrestha M. Total aortic arch replacement with the frozen elephant trunk technique: 10-year follow-up single-centre experience. *Eur J Cardiothorac Surg*. PMID: 23660556. 2013;44(5):949-957. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezt229>
 20. Kreibich M., Berger T., Rylski B., Chen Z., Beyersdorf F., Siepe M., Czerny M. Aortic reinterventions after the frozen elephant trunk procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;159(2):392-399.e1. PMID: 30928219. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.02.069>
 21. Folkmann S., Weiss G., Pisarik H., Czerny M., Grabenwoger M. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair after frozen elephant trunk procedure. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;47(1):115-119. PMID: 24623167. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu096>

Early and mid-term outcomes of thoracic aortic reconstruction using the frozen elephant trunk technique: A single-center retrospective study

Aldar A. Shadanov, Dmitry A. Sirota, Maksim M. Lyashenko, Alexander M. Chernyavskiy

Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

Corresponding author. Aldar A. Shadanov, shadanovaldar@mail.ru

Background. The frozen elephant trunk (FET) technique for the treatment of both thoracic aortic aneurysms and dissections has become universally popular over the past two decades because extensive open surgical reconstruction of the thoracic aorta has been found to be associated with high complication and mortality rates or unfavourable long-term outcomes as it requires repeated interventions. The FET technique has also been shown to produce excellent, immediate and long-term results. Hence, it is important to evaluate the outcomes of thoracic aortic reconstruction using this technique.

Aim. This study aimed to investigate immediate and long-term outcomes of the FET technique in patients with thoracic aortic diseases.

Methods. We retrospectively analysed the pre-, intra- and post-operative data of 40 patients with distal aortic arch aneurysm who had undergone aortic arch reconstruction using the FET technique at Meshalkin National Research Medical Center from February 2012 to October 2020. To assess the early and long-term post-operative survival of these patients, we categorised them into group I (including 14 patients without aortic dissection) and group II (including 26 patients with type I and type III aortic dissections).

Results. The in-hospital survival rates for groups I and II were found to be 68.5% and 95.9%, respectively (log rank, $p=0.048$). Groups I and II did not differ significantly in the incidence of stroke (7.1% vs 7.7%, respectively; $p=0.724$) and spinal cord ischaemia (14.3% vs 0%, respectively; $p=0.117$). Long-term (1-, 3- and 5-year) survival rates in group II remained unchanged at 95.9%, whereas survival rates at 30 days, 6 months and 1 year in group I were 91.3%, 68.5% and 57%, respectively. The risk of mortality was 90% lower in group II than in group I, with a hazard ratio of 0.096 and a 95% confidence interval of 0.01–0.81 ($p=0.038$). The rates of freedom from thoracoabdominal aortic interventions in group II were 91.8%, 83%, 64.7%, 59.3% and 59.3% at 30 days, 6 months, 1 year, 3 years and 5 years, respectively; these rates in group I were 90.9%, 75.7% and 75.7% at 30 days, 6 months and 1 year, respectively. There was no significant difference between the groups concerning thoracoabdominal aortic interventions (log rank, $p=0.587$).

Conclusion. The use of the FET technique in patients with thoracic aortic diseases is associated with acceptable rates of mortality and thoracoabdominal aortic interventions in immediate and long-term post-operative periods.

Keywords: aortic aneurysm; aortic arch surgery; aortic dissection; frozen elephant trunk

Received 28 January 2021. Revised 28 April 2021. Accepted 29 April 2021.

Funding: This work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Health of the Russian Federation (No. 121032300337-5).

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interests.

Contribution of the authors: The authors contributed equally to this article.

ORCID ID

A.A. Shadanov, <https://orcid.org/0000-0002-1176-8125>

D.A. Sirota, <https://orcid.org/0000-0002-9940-3541>

M.M. Lyashenko, <https://orcid.org/0000-0001-8675-8303>

A.M. Chernyavskiy, <https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>

Copyright: © 2021 Shadanov et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Shadanov A.A., Sirota D.A., Lyashenko M.M., Chernyavskiy A.M. Early and mid-term outcomes of thoracic aortic reconstruction using the frozen elephant trunk technique: A single-center retrospective study. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2021;25(3):61-70. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-3-61-70>