

3.1.15 Сердечно-сосудистая хирургия (медицинские науки)

ХИРУРГИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ ИЗ ПРАВОСТОРОННЕЙ МИНИТОРАКОТОМИИ: ОПЫТ ОДНОГО ЦЕНТРА

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

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

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

АННОТАЦИЯ

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

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

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

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

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

Ключевые слова: хирургия корня аорты; правосторонняя миниторакотомия; Bentall-deBono; мининвазивная кардиохирургия.

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

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

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

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

ABSTRACT

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

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

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

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

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

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

ВВЕДЕНИЕ

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

Вмешательства на корне аорты требуют более сложной

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

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

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

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

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

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

Хирургическая техника

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

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

Сбор и анализ данных

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

РЕЗУЛЬТАТЫ

Демографические и предоперационные характеристики пациентов

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

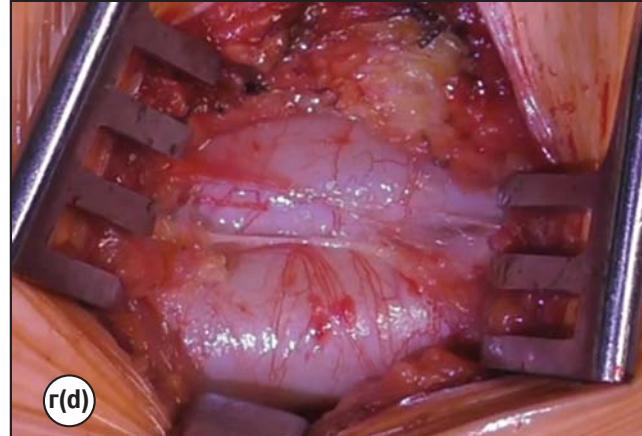
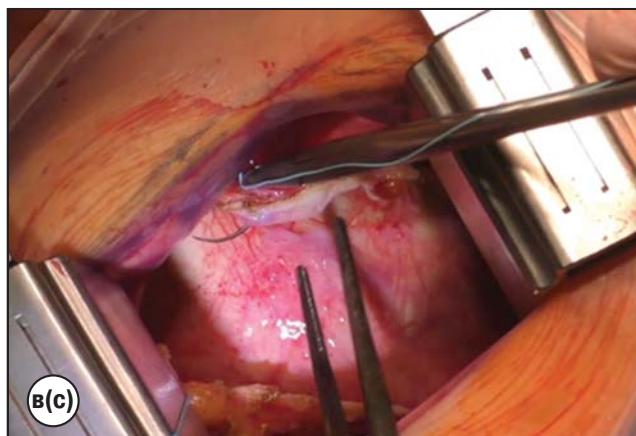
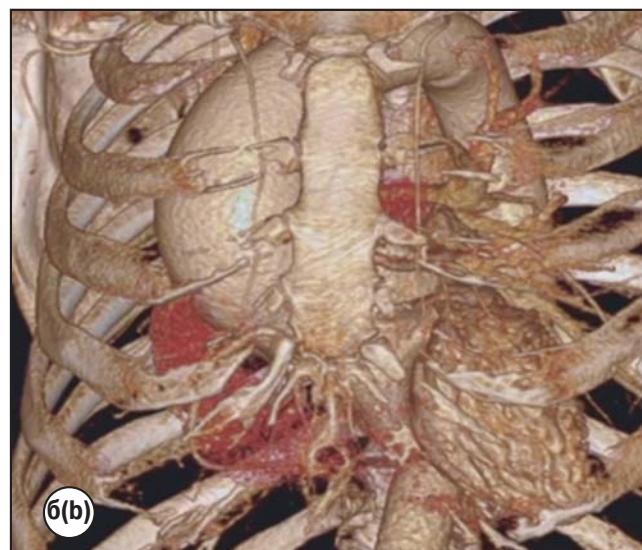
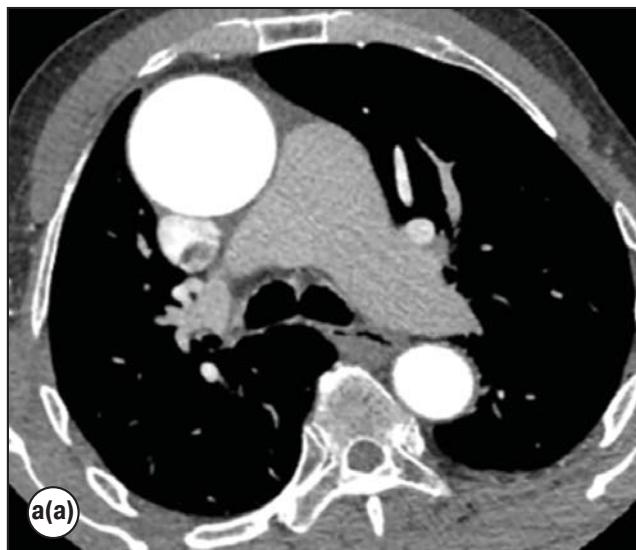


Рис. 1. Подготовительный этап предоперационного обследования и непосредственно интраоперационно.
 а - МСКТ грудной аорты показывает анатомически «пригодное» расположение грудной аорты к правосторонней миниторакотомии;
 б - 3D-реконструкция, показывающая взаимоотношения аорты скелетной части грудной клетки;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

Fig. 1. Preoperative Planning and intraoperative view.

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

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

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

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

Интраоперационные данные

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

Послеоперационные исходы

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

Данные контрольного наблюдения



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

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



Рис. 3. Конечный вид после операции.

а - Герметизированная рана;
б - Контрольная МСКТ грудной аорты.

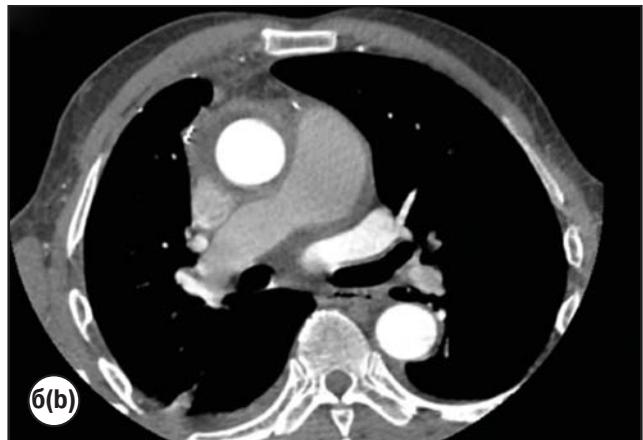
Fig. 3. Final postoperative view.
a - The surgical wound after closure;
b - Follow-up CT angiography of the thoracic aorta demonstrating the positioned graft in the aortic root and ascending aorta with normal anatomical relationships and no evidence of complications.

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

ОБСУЖДЕНИЕ

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

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



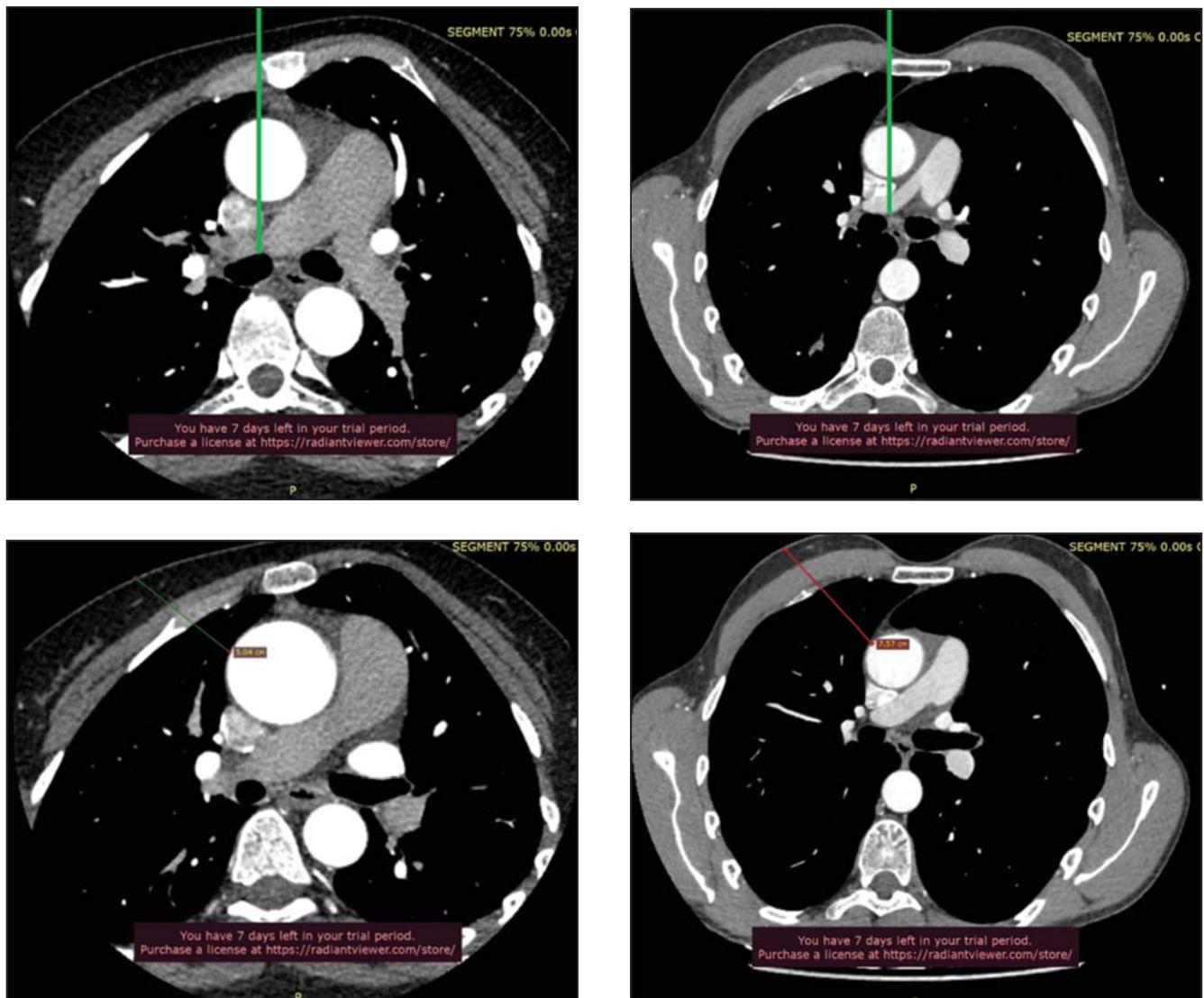


Рис. 4. «Пригодность» анатомического расположения восходящей аорты для реконструкции через правостороннюю миниторакотомию.

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

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

Тип Ia – восходящая аорта расположена полностью справа от грудины;

Тип Ib: более 50% просвета восходящей аорты располагается справа от грудины; Тип II: более 50% просвета восходящей аорты расположено под грудиной;

Тип III: более 50% просвета восходящей аорты располагается слева от грудины. Исходя из этих данных мультиомодальная команда должна принять решение о возможности выполнения реконструктивного вмешательства через правостороннюю миниторакотомию. Исходя из опыта нашего центра и других коллег, идеальные кандидаты на соответствующую процедуру те пациенты, у кого просвет аорты расположен справа от грудины не менее чем на 50% (тип Ia). Расстояние от кожного разреза до фиброзно-

го кольца аортального клапана не должен быть более 16 см для лучшей визуализации и удобства хирурга. В большинстве случаев самым оптимальным является 2-ое межреберье. Текущие правила определены больше для замены аортального клапана, однако результаты текущего исследования демонстрируют возможность реконструктивного вмешательства на восходящей аорте. Видеоассистенция позволяет улучшить визуализацию при меньше кожном разрезе [4].

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

Показатели продолжительности искусственного кровооб-

Таблица 1. Опыт НМИЦ имени академика Е.Н. Мешалкина

Table 1. Clinical experience of E. Meshalkin National Medical Research Center

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

Примечание: ИК – искусственное кровообращение, OA – окклюзия аорты.

Note: CPB – cardiopulmonary bypass; ICU- intensive care unit.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Ограничения

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

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

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

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

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR INFORMATION FORM

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

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

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

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

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

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