

УДК 616.1

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ УСПЕШНОГО МИНИ-ИНВАЗИВНОГО КЛАПАНСОХРАНЯЮЩЕГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОРНЯ АОРТЫ И ЗАМЕНЫ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА ИЗ L-ОБРАЗНОЙ МИНИ-СТЕРНОТОМИИ

Чарчян Э.Р.¹, Брешенков Д.Г.¹, Храмченков Г.С.¹, Попов С.О.¹, Белов Ю.В.¹¹ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»,
Российская Федерация, 119991, Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д.2.

A CLINICAL CASE OF SUCCESSFUL MINI-INVASIVE VALVE-PRESERVING AORTIC ROOT PROSTHESIS AND MITRAL VALVE REPLACEMENT FROM L-SHAPED MINI-STERNOTOMY

Charchyan E.R.¹, Breshenkov D.G.¹, Khramchenkov G.S.¹, Popov S.O.¹, Belov Y.V.¹1 FSBSI "Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B.V. Petrovsky", Russian Federation,
119991, Moscow, GSP-1, Abrikosovsky per. 2.

Резюме

Представлен клинический случай успешного миниинвазивного лечения аневризмы корня и реконструкции митрального клапана из частичной L-образной верхнесрединной мини-стернотомии. Пациентка 35 лет с синдромом Марфана была планово госпитализирована в РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского с аневризмой корня аорты и выраженной митральной недостаточностью на фоне отрыва хорд передней створки митрального клапана. В анамнезе у пациентки хроническое расслоение аорты IIIВ типа, по поводу которого в другом учреждении ей было выполнено протезирование нисходящего отдела грудной аорты 2,5 года назад. Операция осложнилась массивным легочным кровотечением, потребовавшим бронхоблокации (эндобронхиальный клапан в последующем был удален), что вызвало значимое смещение средостения, сердца и аорты влево (III тип по Van Praet) в отдаленном периоде. Учитывая высокий риск дыхательных осложнений и необходимость быстрой реабилитации, был выбран малоинвазивный подход. Однако, в данном случае, классическое выполнение вмешательства из правосторонней J-образной мини-стернотомии было невозможным, и нами была выбрана левосторонняя L-мини-стернотомия, позволившая выполнить полный объем хирургического лечения без ухудшения экспозиции. Пациентка была выписана без осложнений на 8 сутки, и быстро реабилитирована для выполнения 2-го этапа – протезирования торакоабдоминального отдела аорты. Анатомическое расположение аорты и структур сердца играет большую роль при планировании мини-инвазивного хирургического лечения. Использование альтернативных мини-доступов при нестандартной анатомии позволяет избежать непредвиденных трудностей и осложнений при миниинвазивных вмешательствах на грудной аорте.

Ключевые слова: аневризма • расслоение • мини-стернотомия • мини-инвазивные операции • клапаносохраняющие операции • L-образная мини-стернотомия.

Вступление

На протяжении 50 лет срединная стернотомия оставалась золотым стандартом в хирургии грудной аорты. Однако, с появления в 90-х годах миниинвазивных доступов, на сегодняшний выбор пациента и хирурга все чаще склоняется в сторону миниинвазивного доступа.

Первые миниинвазивные вмешательства выполнили Cosgrove и Sabik из парастернального мини доступа (со 2-го по 4-ое межреберье) в 1996 г. [1]. Однако, по наблюдению D. Cooley, данный доступ имел ряд отдаленных осложнений в виде

развития легочных грыж в месте пересеченных хрящей ребер. Следующим витком развития стало использование мини-стернотомии, которую впервые предложил L. Svensson в 1997 г. для большого спектра вмешательств на грудной аорте и сердце. В своей работе он предложил множество видов мини-стернотомий: «J», «j», обратную «C», «L» -мини-стернотомии для выполнения всего спектра вмешательств на сердце и аорте, в том числе и повторных, в зависимости от объема вмешательств. L-мини-стернотомию L. Svensson предлагал использовать для выполнения рева-

скуляризации миокарда при поражении передней межжелудочковой артерии, её диагональных ветвей и проксимальных отделов правой коронарной артерии. В последующем появились альтернативные методики выполнения мини-стернотомии: «Т», «V», прямая и обратная «S» и др., каждая из которых, по мнению авторов, имеет свои преимущества [2]. В 1998 г. Ю.В. Белов впервые в России выполнил миниинвазивное вмешательство на аортальном клапане из поперечной мини-стернотомии [3].

При миниинвазивных вмешательствах на грудной аорте выбор мини доступа является важной составляющей и зависит как от анатомии и топографии аорты, так и от объема планируемого вмешательства. Так, многие авторы говорят об удобстве выполнения вмешательств на дуге аорты из L-мини-стернотомии. Van Praet же с соавт., предложившие известную классификацию планирования правосторонних мини-доступов, считает, что смещение аорты влево более чем на 50% относительно грудины ставит под сомнение возможность выполнения вмешательства [4]. По данным нашего проспективного исследования, оценки технической сложности миниинвазивных вмешательств на грудной аорте – смещение корня аорты влево (девиация устья левой коронарной артерии более 22 мм) значительно влияет на техническую сложность планируемого вмешательства.

В таких случаях, на наш взгляд, можно использовать либо альтернативный мини доступ, либо полную стернотомию [5].

В нашей работе представлен клинический случай успешного миниинвазивного хирургического лечения аневризмы корня и реконструкции митрального клапана у пациентки с синдромом Марфана и выраженным смещением средостения влево из L-образной верхнесрединной мини-стернотомии.

Клиническое наблюдение

Пациентке с синдромом Марфана в 32 года на фоне развития острого аортального синдрома было диагностировано неосложненное острое расслоение аорты IIIВ типа. В хроническую стадию, в другом медицинском учреждении, в виду отрицательного ремоделирования аорты, пациентке было выполнено протезирование нисходящего отдела грудной аорты из левосторонней торакотомии. Послеоперационный период осложнился развитием массивного внутрилегочного кровотечения из левого легкого, в связи с чем была выполнена бронхоблокация с установкой эндобронхиального клапана, который в последующем был удален, в просвет левого верхнедолевого бронха. После длительной реабилитации на 34-е сутки пациентка была выписана. В последствии на этапе реабилитации было отмечено раз-

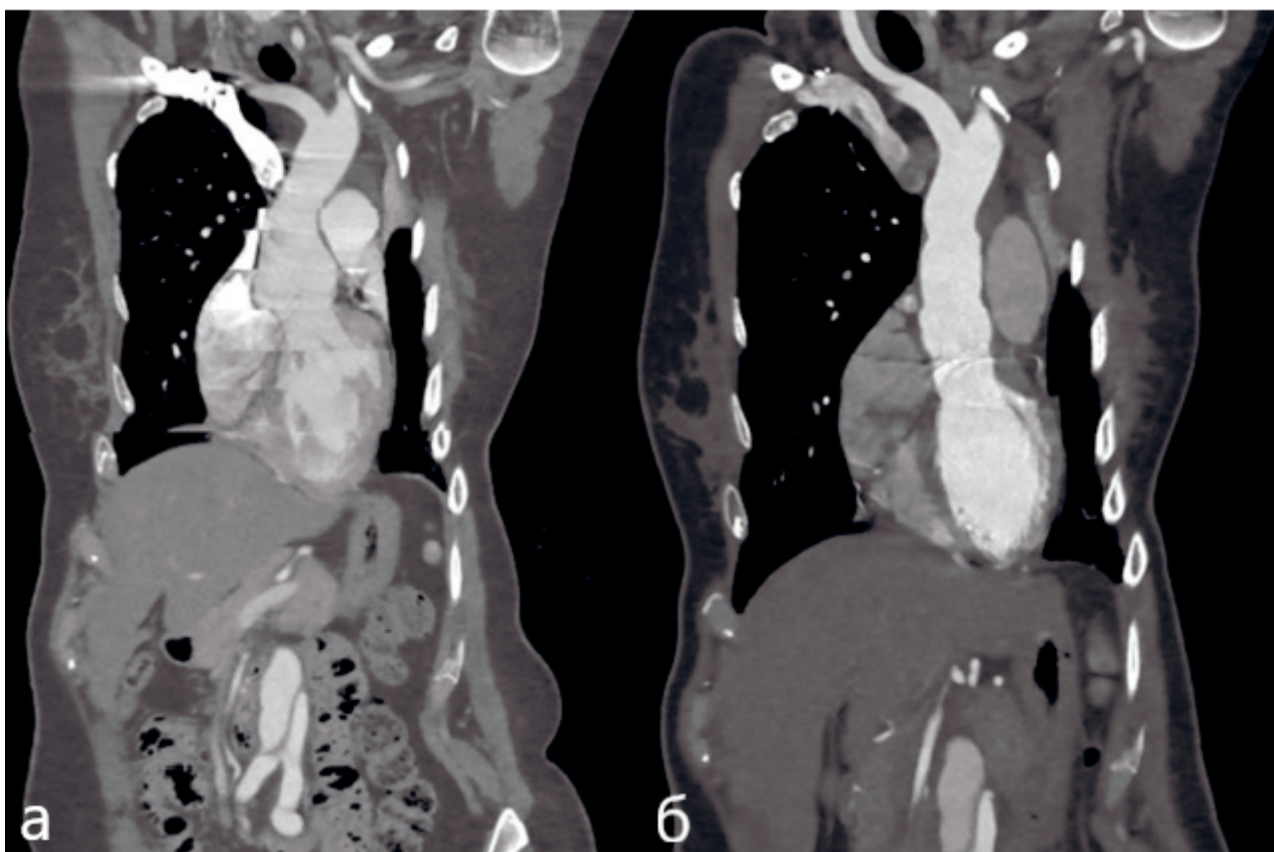


Рисунок 1. а – МСКТ грудного отдела аорты до операции, б – после операции.
Figure 1. a - MSCT of thoracic aorta before surgery, b - after surgery.

витие дыхательной недостаточности, в виду развития ателектаза верхней доли левого легкого с выраженным смещением средостения влево.

В РНЦХ им. Б.В. Петровского пациентка поступила, в виду увеличения диаметра корня аорты и развития выраженной митральной недостаточности (МН) на фоне отрыва хорд передней створки. По данным трансторакальной ЭХО-КТ помимо аневризмы корня аорты с развитием аннулоаортальной эктазии (фиброзное кольцо аортального клапана (ФКАК) = 28 мм), также отмечено прогрессирование МН, миксоматозная дегенерация створок митрального клапана (МК), отрыв хорд А2 сегмента передней створки МК с развитием на этом фоне левосторонней атриомегалии. По данным МСКТ-аортографии диагностирована аневризма корня аорты диаметром 45

мм (root-фенотип) (рис.1), а также торакоабдоминальная аневризма аорты (ТААА) III типа с расслоением аорты от уровня протеза НГА. Также, по данным МСКТ, отмечено выраженное смещение структур средостения и корня аорты влево относительно грудины (тип III по Van Praet) (рис.2). При расчете технической сложности миниинвазивных вмешательств по шкале, разработанной нами, пациентка набрала 10 баллов, а планируемое вмешательство относилось к технически сложному. Учитывая все выше перечисленное, мы приняли решение использовать L-образную верхнесрединную мини-стернотомию в 4-ом межреберье. Пациентке было выполнено сочетанное вмешательство: протезирование корня аорты по методике T. David и протезирование митрального клапана механическим протезом (рис.3).

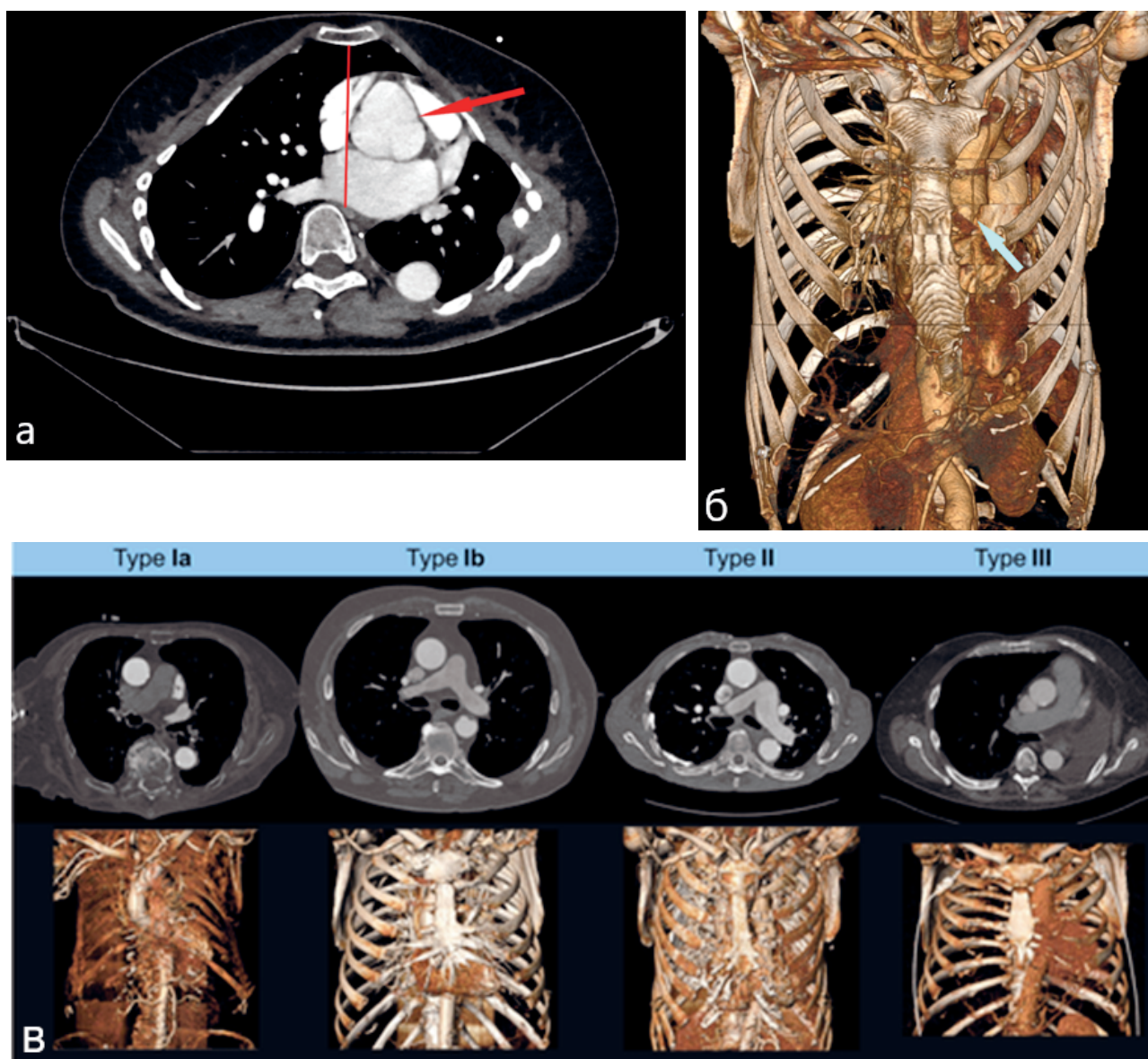


Рисунок 2. а - МСКТ грудного отдела аорты. Смещение корня аорты влево, б – МСКТ грудного отдела аорты. Смещение корня аорты влево (3D-реконструкция), в - Van Praet classification.

Figure 2. а - МСКТ грудного отдела аорты. Смещение корня аорты влево, б – МСКТ грудного отдела аорты. Смещение корня аорты влево (3D-реконструкция), в - Van Praet classification.

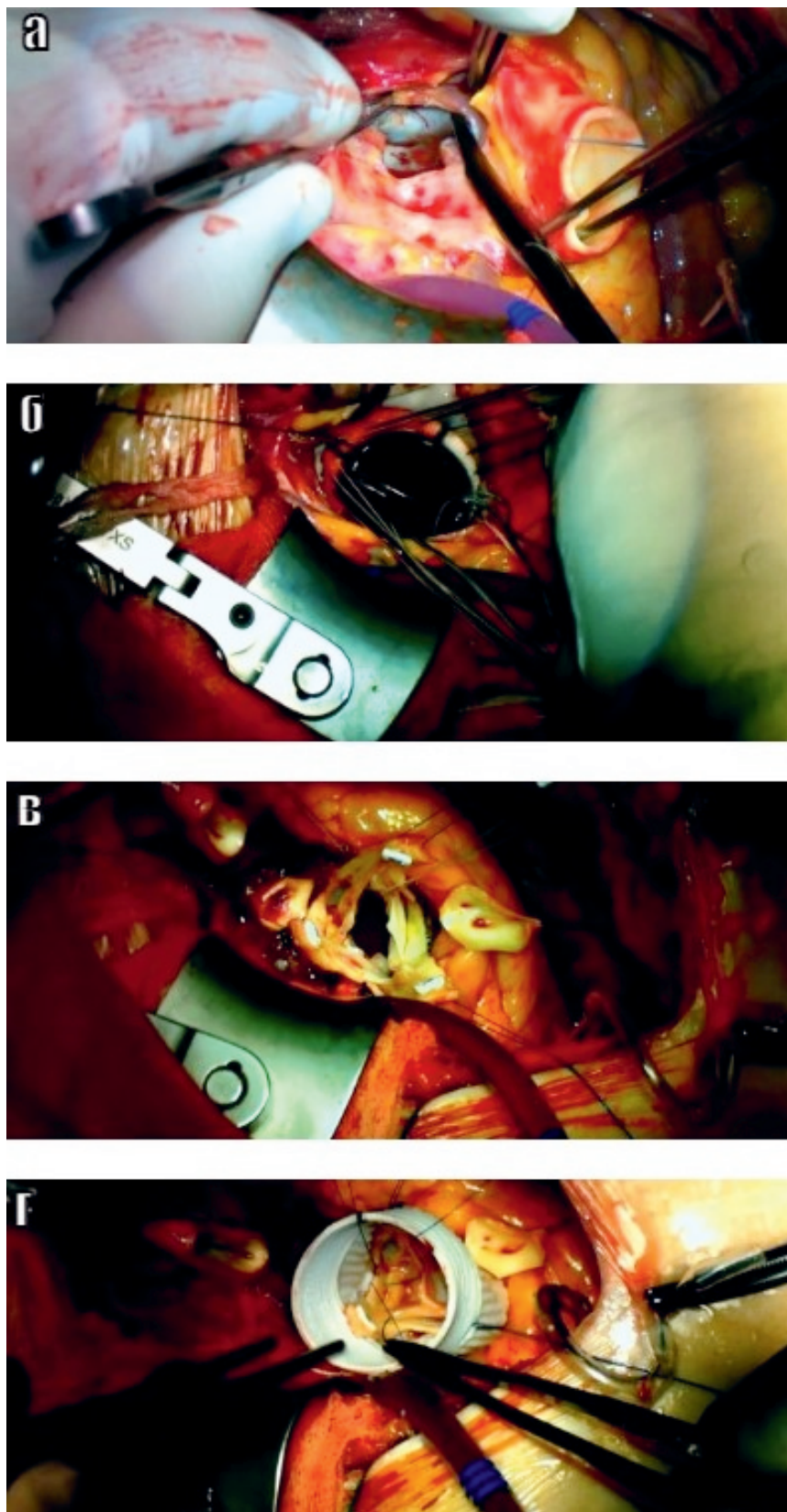


Рисунок 3. Интраоперационные фотографии: а – доступ через крышу левого предсердия, б – протезирование митрального клапана, в – комиссуры взяты на держалки, г – фиксация створок аортального клапана к протезу.

Figure 3. Intraoperative photographs: а - access through the roof of the left atrium, б - mitral valve prosthetic repair, в - commissures taken on holders, г - fixation of aortic valve flaps to the prosthesis.

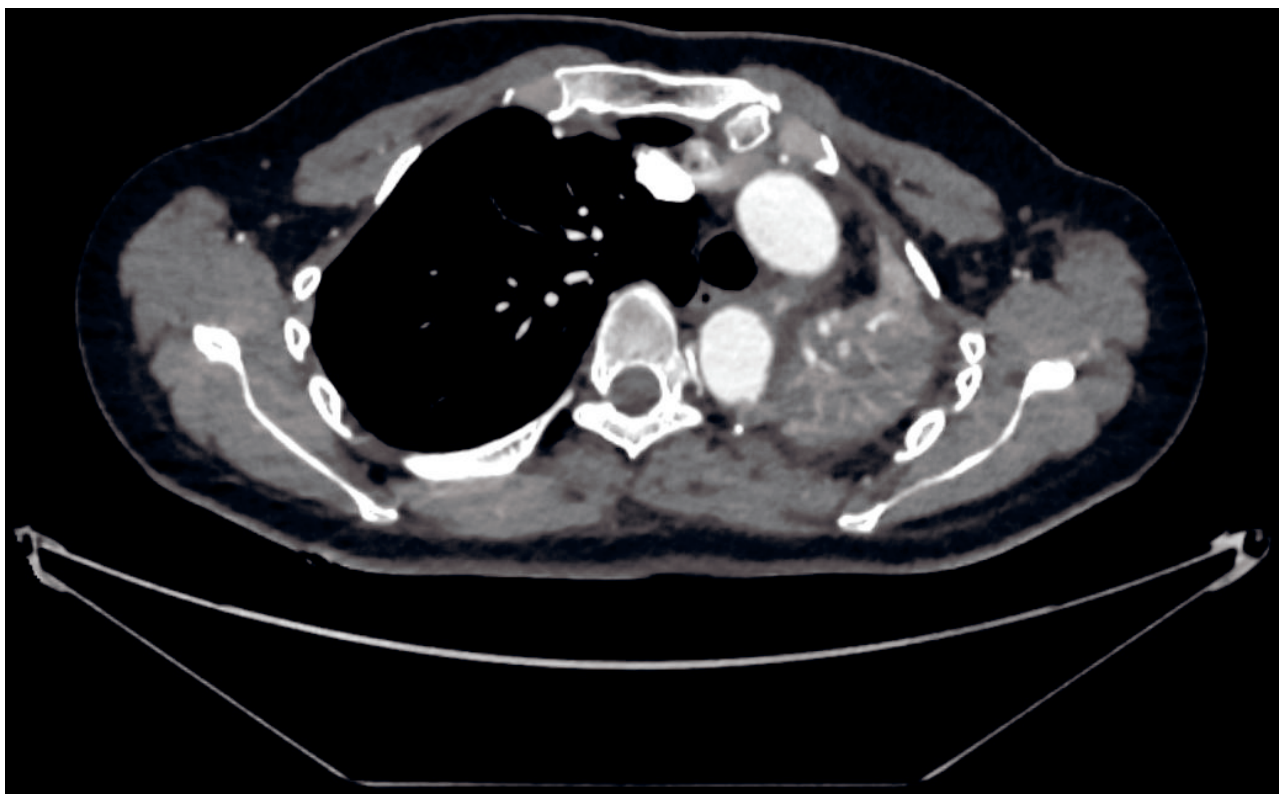


Рисунок 4. МСКТ грудного отдела аорты. Ателектаз верхней доли левого легкого.
Figure 4. MSCT of the thoracic aorta. Atelectasis of the upper lobe of the left lung.

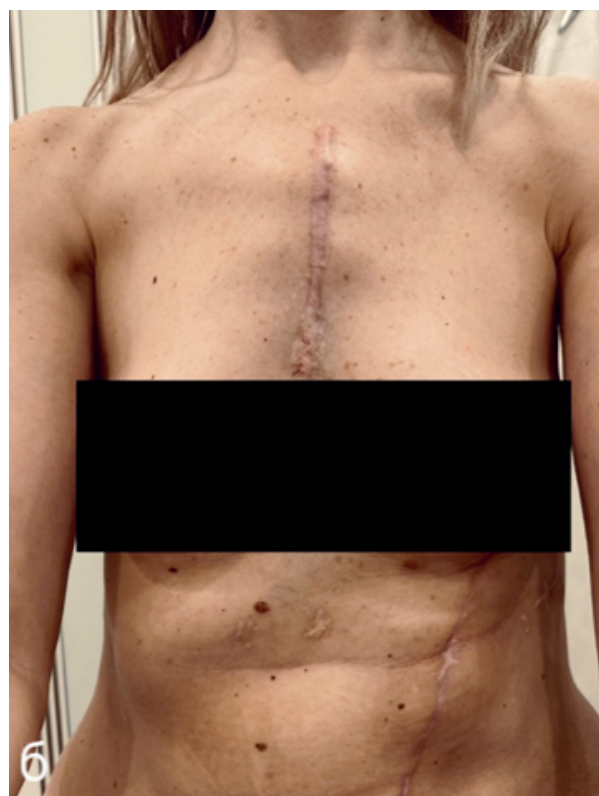
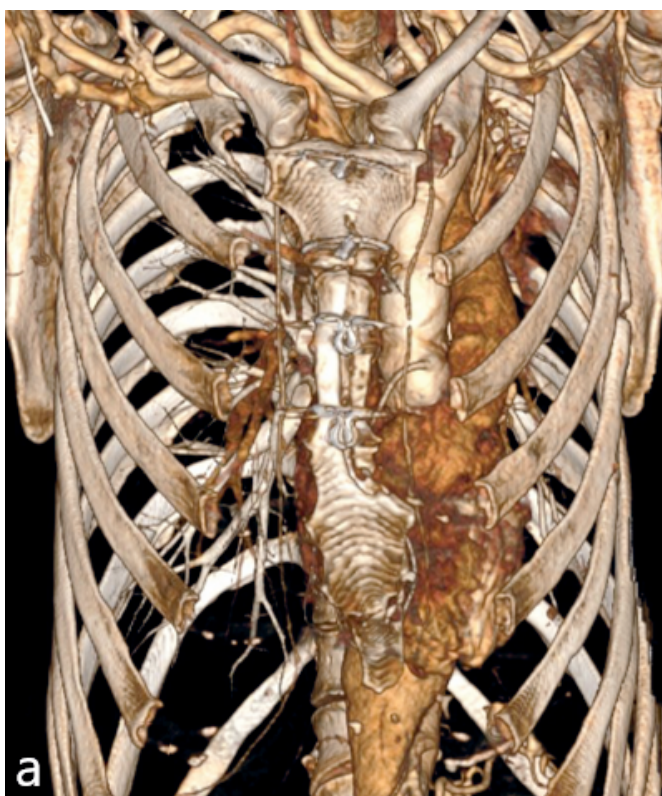


Рисунок 5. а – МСКТ грудного отдела аорты после операции (3D-реконструкция), б – послеоперационный рубец.
Figure 5. a - MSCT of the thoracic aorta after surgery (3D reconstruction), b - postoperative scar.

Учитывая патологию торакоабдоминального отдела аорты и неизмененную дугу аорты, была выбрана центральная канюляция дуги аорты, для венозной канюляции была использована пункционная канюляция правой общей бедренной вены двухуровневой канюлей Carpentier с проведением канюли в верхнюю полую вену под контролем чреспищеводной эхокардиографии. Выбранная тактика обеспечила удобную экспозицию корня аорты и митрального клапана. Для доступа к митральному клапану была использована атриотомия через крышу левого предсердия. Стандартно было выполнено клапансохраняющее вмешательство по методике T. David. Операция прошла по плану, кровопотеря составила 550 мл, время искусственного кровообращения — 157 мин, время пережатия аорты — 118 мин. Дренажи были установлены стандартно в переднее средостение и перикард. Ушивание стернотомного доступа производилось стандартно с использованием терморезактивных нитиноловых скоб во 2-ом и 3-ем межреберьях.

Послеоперационный период протекал гладко. Пациентка экстубирована через 4 ч после операции. Переведена из отделения реанимации на 2-е сутки после операции. По данным компьютерной томографии, выполненной через 5 дней после операции, затеков контрастного вещества не определяется, зона реконструкции без деформаций.

После быстрой реабилитации, вторым этапом было выполнено протезирование торакоабдоминального отдела аорты в объеме Extent III из торакофренолюмботомного доступа (рис.5).

Обсуждение.

В последние десятилетия мини-стернотомия стала значимым инструментом в хирургии аорты, обеспечивая доступ ко всем отделам грудной аорты и сердцу с минимальной хирургической травмой. Миниинвазивный подход при вмешательствах на грудной аорте уже доказал свои преимущества с накоплением мирового опыта, и, тем самым, позволяет эффективно улучшить результаты у данной группы пациентов.

В данной работе мы представляем клинический случай выполнения сочетанного вмешательства на корне аорты и митральном клапане с использованием L-мини-стернотомии. Данный доступ был выбран ввиду выраженного смещения средостения влево, которое произошло на фоне осложнений, связанных с предшествующим вмешательством на нисходящей грудной аорте. В литературе описан ряд клинических состояний, которые вызывают выраженную дислокацию структур сердца и средостения, требующих от хирурга отхождения от классической J-образной мини-стернотомии:

- *Деформации или аномалии развития грудной клетки.* Среди аномалий грудной

клетки наиболее часто встречаются килевидная грудная клетка или воронкообразная грудная клетка. Эти состояния зачастую сопровождаются смещением структур сердца и грудной аорты и, при неправильно выбранном доступе, могут серьезно затруднить выполнение вмешательства. Нередко данная анатомия вызвана наличием у пациентов соединительно-тканной дисплазии, что, в свою очередь, также тесно связано с наличием у пациента заболеваний грудной аорты. Поэтому данное сочетание встречается нередко и требует от хирурга персонализированного подхода при выборе тактики вмешательства;

- *Состояние после пневмонэктомии/коллабирования легкого.* После выполненной пневмонэктомии либо состояний, связанных с коллабированием больших сегментов лёгкого, в отдаленном периоде, зачастую наблюдается значительное смещение органов средостения, включая сердце и грудную аорту в сторону удаленного/коллабированного легкого (рис. 4). Помимо технических сложностей, связанных с экспозицией аорты и возможным спаечного процесса, у данной категории пациентов всегда существует более высокий риск дыхательных осложнений, о чем необходимо помнить при выборе доступа.

- *Объемные образования средостения.* Еще одна патология, связанная со смещением структур средостения, в виду механического смещения. В данном случае выполнение традиционной стернотомии является более логичным для выполнения радикального вмешательства;

- *Аномалии развития аорты и сердца / транспозиция органов.* Особенности данной патологии требует не только персонализированного подхода при выборе доступа, но и должного опыта хирурга, и относится к вмешательствам высокой сложности, особенно при выборе миниинвазивного подхода [6].

При измененной анатомии аорты и её смещении относительно грудины, различные авторы предлагают отхождение от стандартных подходов к персонализированным. Так, к примеру, Meinert E.F.R.C. и соавт. в одной из последних работ предложили использование левостороннего парастерального доступа для вмешательства на дуге аорты у пациентки с воронкообразной грудной клеткой и реконструкцией полудуги аорты в анамнезе. У пациентки, как и в нашем случае аорта и сердце были смещены влево. По мнению авторов, выбранный ими альтернативный доступ может быть применим у изолированной когорты пациентов [7]. Интересное сообщение было представлено авторами во главе с Kamada T., которые описали случай успешного использования инвертированной L-образной мини-стернотомии для

протезирования дуги аорты у пациента с аневризмой дистальной дуги. Причиной выбора столь «нестандартного» доступа стало наличие у пациента трахеостомы. Авторам за счет использования оригинального доступа удалось избежать развития тяжелых осложнений в виде медиастинита [8]. Существуют и более травматичные доступы для доступа к грудной аорте в нестандартных ситуациях: частичная мини-стернотомия с передне-латеральной торакотомией [9], V-образная поперечная мини-стернотомия [10], Т-мини-стернотомия [11] и др. доступы. Несмотря на широко представленную разновидность методик многие авторы говорят о проблемах ряда доступов, так доступы с поперечным пересечением грудины, к примеру Т- или V-образные мини-стернотомии по мнению ряда авторов ограничивают экспозицию в области рукоятки и второго межреберья и чаще остальных доступов становятся причиной нестабильности грудины в послеоперационном периоде [12]; парастеральные доступы вызывают более интенсивный болевой синдром и зачастую приводят к формированию легочных грыж [13]; дополнительная торакотомия помимо более интенсивного болевого синдрома может стать причиной дыхательных расстройств.

На наш взгляд, оптимальным доступом является J-образная мини-стернотомия, но в случаях смещения структур средостения влево, необходимо альтернативное решение. В случаях, когда корень аорты частично или полностью располагается левее сагиттальной оси проведенной через центр грудины возможно использование доступов, описанных выше [12]. В приведенном клиническом случае нами была выбрана в качестве доступа L-мини-стернотомия, которая позволила обеспечить оптимальную экспозицию не только к смещенному корню аорты, но и к митральному клапану. На наш взгляд – это оптимальный доступ для реконструкции корня аорты и дуги при «неклассической» анатомии. Этот вид мини-доступа был предложен в 1996 г J Enrique Rodríguez и соавторами для вмешательств на аортальном, митральном клапанах и перегородках сердца

[14]. Многие авторы используют L-мини-стернотомию при вмешательствах на грудной аорте в рутинной практике. Так, авторы во главе с доктором El-Sayed Ahmad A. представили опыт 71-ой реконструкции дуги аорты из L-образной мини-стернотомии, из которых полная замена дуги аорты выполнялась в 37% случаев, при этом летальность при этом составила 5,6%. Авторы также имеют самый большой опыт использования L-образной мини-стернотомии (более 2500 вмешательств) при многоклапанной патологии сердца и проксимальной аорты [15]. Противопоказаниями же к данному типу вмешательств, по данным авторов, являлось острое расслоение аорты А типа или необходимость реваскуляризации миокарда. Также в литературе приведены удовлетворительные результаты многих авторов, выполняющих вмешательства на аорте и аортальном клапане из L-мини-стернотомии [16].

Таким образом, при развитии малоинвазивных технологий в лечении патологии проксимальной аорты в арсенале кардиохирурга имеется большой спектр различных видов мини-доступов, позволяющих при должном опыте выполнить любой вид вмешательства при должной экспозиции.

Вывод.

Описанный в данной статье клинический случай, еще раз подтверждает эффективность и безопасность предложенной нами альтернативной методики у пациента с «неклассической» анатомией. Этот хирургический подход позволяет обеспечить необходимую визуализацию и свободу манипуляций при мини-инвазивном вмешательстве, учитывая все особенности пациента. В данном случае при смещении корня аорты влево, мы использовали L-мини-стернотомию, что позволило выполнить вмешательство в полном объеме. Таким образом, мы считаем несомненно важным предоперационную оценку МСКТ-анатомии пациента, а также гибкий персонализированный подход при выборе мини-доступа с учетом всех особенностей пациента.

Список сокращений:

МК – митральный клапан
МН – митральная недостаточность
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

НГА – нисходящий грудной отдел аорты
ТААА - торакоабдоминальная аневризма аорты
ФКАК - фиброзное кольцо аортального клапана
ЭХО-КГ - эхокардиография

Финансирование

Источники финансирования отсутствуют.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявлен.

Сведения об авторах

Чарчян Эдуард Рафаэлович, д-р мед. наук, чл.-корр. РАН, заведующий отделением реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии, Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского. ORCID 0000-0002-0488-2560.

E-mail: charchmed@yahoo.com

Брешенков Денис Геннадьевич, к.м.н., старший научный сотрудник, врач сердечно-сосудистой хирург, отделения реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии, Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского. ORCID 0000-0002-9459-9282.

E-mail: denisbreshenkov@gmail.com

Храмченков Г.С. - ординатор 1-го года обучения, врач сердечно-сосудистой хирург, отделение реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии, Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского.

E-mail: gskhramchenkov@gmail.com

Попов С.О. – к.м.н., врач сердечно-сосудистой хирург, главный врач НКЦ №1, Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского. ORCID 0000-0002-4488-1597

E-mail: Dr.Popov_S@mail.ru

Белов Юрий Владимирович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор Института кардио-аортальной хирургии, Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского. ORCID 0000-0002-9280-8845.

E-mail: belovmed@gmail.com

Ответственный за переписку: **Брешенков Денис Геннадьевич**.

E-mail: denisbreshenkov@gmail.com

Номер телефона: +7-977-343-90-41

Information about the authors

Eduard R. Charchyan, PhD, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Aortic Surgery, Petrovsky National Research Centre of Surgery. ORCID 0000-0002-0488-2560.

E-mail: charchmed@yahoo.com

Denis G. Breshenkov, PhD., Cardiovascular Surgeon, Senior researcher, Department of Aortic Surgery, Petrovsky National Research Centre of Surgery. ORCID 0000-0002-9459-9282.

E-mail: denisbreshenkov@gmail.com

Grigory S. Khramchenkov, Postgraduate Student, Cardiovascular Surgeon, Department of Aortic Surgery, Petrovsky National Research Centre of Surgery.

E-mail: gskhramchenkov@gmail.com

Sergey O. Popov, PhD., Cardiovascular Surgeon, Chief Medical Officer, Petrovsky National Research Centre of Surgery. ORCID 0000-0002-4488-1597.

Email: Dr.Popov_S@mail.ru

Yuriy V. Belov, PhD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Cardio-Aortic Surgery Institute, Petrovsky National Research Centre of Surgery. ORCID 0000-0002-9280-8845.

E-mail: belovmed@gmail.com

Contact: **Denis G. Breshenkov**,

e-mail: denisbreshenkov@gmail.com

Phone number: +7-977-343-90-41

Информация о вкладе авторов

Чарчян Э.Р. – концепция и дизайн исследования, редактирование, непосредственное участие в операциях.

Брешенков Д.Г. – концепция и дизайн исследования, сбор материала, написание текста, редактирование, непосредственное участие в операциях.

Храмченков Г.С. – сбор материала, написание текста, редактирование, непосредственное участие в операциях.

Попов С.О. – концепция и дизайн исследования, редактирование.

Белов Ю.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование, непосредственное участие в операциях.

Information on author contributions

Charchyan E. – concept and design of the study, revision of the manuscript, direct participation in surgeries, and final approval of the manuscript for publication.

Breshenkov D. – concept and design of the study collection of research material, writing and revision of the manuscript, direct participation in surgeries, and final approval of the manuscript for publication.

Khramchenkov G. – collection of research material, writing and revision of the manuscript, direct participation in surgeries, and final approval of the manuscript for publication.

Popov S. – concept and design of the study, revision of the manuscript.

Belov Yu. – concept and design of the study, revision of the manuscript, direct participation in surgeries, and final approval of the manuscript for publication.

Список литературы

1. Cosgrove D. M., Sabik J. F. Minimally invasive approach for aortic valve operations //The Annals of thoracic surgery. – 1996. – Т. 62. – №. 2. – С. 596-597.
2. Svensson L. G. Minimal-access “J” or “j” sternotomy for valvular, aortic, and coronary operations or reoperations //The Annals of thoracic surgery. – 1997. – Т. 64. – №. 5. – С. 1501-1503.
3. Белов Ю.В., Степаненко А.Б., Генс А.П., Бабалян Г.В. Протезирование аортального клапана из минидоступа. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1998;157(3):47-49.
4. Van Praet K. M. et al. Minimally invasive surgical aortic valve replacement: The RALT approach //Journal of Cardiac Surgery. – 2020. – Т. 35. – №. 9. – С. 2341-2346.
5. Чарчян Э.Р., Брешенков Д.Г., Белов Ю.В. Выбор размера гибридного протеза при вмешательствах на грудной аорте. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2021;36(1):66-73. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-1-66-73>.
6. Salamate S. et al. Case report: Video-assisted minimally invasive mitral and pulmonary valve replacement as reoperation in patient with situs inversus totalis //Frontiers in Cardiovascular Medicine. – 2023. – Т. 10. – С. 1053923
7. Meinert É. F. R. C., Arif R., Karck M. Redo aortic arch replacement through a second transcostal approach for closure of type 1A endoleak after endovascular treatment of type B aortic dissection in Marfan syndrome //European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2023. – Т. 63. – №. 1. – С. eza574.
8. Kamada T, Minatoya K, Okabayashi H, Koizumi J, Mukaida M, Ikai A. Total arch replacement in a patient with a tracheostoma through a reverse L-shaped partial sternotomy. Gen Thorac Cardiovasc Surg. 2017 Jul;65(7):400-403. doi: 10.1007/s11748-016-0669-5. Epub 2016 May 31. PMID: 27245457.
9. Miyahara S, Inoue T, Minami H, Okada K, Okita Y. Total arch replacement via antero-lateral thoracotomy with partial sternotomy in patients with a tracheostoma: report of two cases. Surg Today. 2014 May;44(5):972-5. doi: 10.1007/s00595-013-0537-1. Epub 2013 Mar 7. PMID: 23467979.
10. Karimov JH, Santarelli F, Murzi M, Glauber M. A technique of an upper V-type ministernotomy in the second intercostal space. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2009 Dec;9(6):1021-2. doi: 10.1510/icvts.2009.215699. Epub 2009 Sep 21. PMID: 19770135.
11. Wu Y. et al. Surgery of ascending aorta with complex procedures for aortic dissection through upper mini-sternotomy versus conventional sternotomy // Journal of Cardiothoracic Surgery. – 2020. – Т. 15. – С. 1-7.)
12. Kamada T. et al. Total arch replacement in a patient with a tracheostoma through a reverse L-shaped partial sternotomy //General Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2017. – Т. 65. – С. 400-403.)
13. Ishida A. et al. Postoperative intercostal lung hernia //Respirology Case Reports. – 2018. – Т. 6. – №. 5. – С. e00323.
14. José Enrique Rodríguez, José Cortina, Enrique Pérez de la Sota, Luis Maroto, Fernando Ginestal, Juan José Rupilanchas, A new approach to cardiac valve replacement through a small midline incision and inverted L shape partial sternotomy, European Journal of Cardio-Thoracic Surgery, Volume 14, Issue Supplement_1, October 1998, Pages S115–S116, [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(98\)00117-1](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(98)00117-1)
15. El-Sayed Ahmad A, Risteski P, Papadopoulos N, Radwan M, Moritz A, Zierer A. Minimally invasive approach for aortic arch surgery employing the frozen elephant trunk technique. Eur J Cardiothorac Surg 2016;50:140–144.
16. Munakata H. et al. L-shaped Partial Upper Sternotomy Approach for Aortic Valve Replacement // Kyobu geka. The Japanese Journal of Thoracic Surgery. – 2017. – Т. 70. – №. 2. – С. 83-90.; 2) von Segesser L. K. et al. Less invasive aortic valve surgery: rationale and technique //European journal of cardio-thoracic surgery. – 1999. – Т. 15. – №. 6. – С. 781-785.

References:

1. Cosgrove D. M., Sabik J. F. Minimally invasive approach for aortic valve operations //The Annals of thoracic surgery. – 1996. – Т. 62. – №. 2. – С. 596-597.
2. Svensson L. G. Minimal-access “J” or “j” sternotomy for valvular, aortic, and coronary operations or reoperations //The Annals of thoracic surgery. – 1997. – Т. 64. – №. 5. – С. 1501-1503.
3. Belov YuV, Stepanenko AB, Gens AP, Babalyan GV. Aortic valve replacement via minimally invasive approach. Vestn khir im. I.I. Grekova. 1998;157(3):47-49.
4. Van Praet K. M. et al. Minimally invasive surgical aortic valve replacement: The RALT approach //Journal of Cardiac Surgery. – 2020. – Т. 35. – №. 9. – С. 2341-2346.
5. Charchyan E., Breshenkov D., Belov Y. Preoperative assessment of the technical complexity of minimally invasive aortic root repair //The Journal of Cardiovascular Surgery. – 2023.
6. Salamate S. et al. Case report: Video-assisted minimally invasive mitral and pulmonary valve replacement as reoperation in patient with situs inversus totalis //Frontiers in Cardiovascular Medicine. – 2023. – Т. 10. – С. 1053923
7. Meinert É. F. R. C., Arif R., Karck M. Redo aortic arch replacement through a second transcostal

approach for closure of type 1A endoleak after endovascular treatment of type B aortic dissection in Marfan syndrome //European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2023. – T. 63. – №. 1. – C. ezac574.

8. Kamada T, Minatoya K, Okabayashi H, Koizumi J, Mukaida M, Ikai A. Total arch replacement in a patient with a tracheostoma through a reverse L-shaped partial sternotomy. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2017 Jul;65(7):400-403. doi: 10.1007/s11748-016-0669-5. Epub 2016 May 31. PMID: 27245457.

9. Miyahara S, Inoue T, Minami H, Okada K, Okita Y. Total arch replacement via antero-lateral thoracotomy with partial sternotomy in patients with a tracheostoma: report of two cases. *Surg Today.* 2014 May;44(5):972-5. doi: 10.1007/s00595-013-0537-1. Epub 2013 Mar 7. PMID: 23467979.

10. Karimov JH, Santarelli F, Murzi M, Glauber M. A technique of an upper V-type ministernotomy in the second intercostal space. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009 Dec;9(6):1021-2. doi: 10.1510/icvts.2009.215699. Epub 2009 Sep 21. PMID: 19770135.

11. Wu Y. et al. Surgery of ascending aorta with complex procedures for aortic dissection through upper mini-sternotomy versus conventional sternotomy // *Journal of Cardiothoracic Surgery.* – 2020. – T. 15. – C. 1-7.)

12. Kamada T. et al. Total arch replacement in a patient with a tracheostoma through a reverse L-shaped partial sternotomy // *General Thoracic and Cardiovascular Surgery.* – 2017. – T. 65. – C. 400-403.)

13. Ishida A. et al. Postoperative intercostal lung hernia // *Respirology Case Reports.* – 2018. – T. 6. – №. 5. – C. e00323.

14. José Enrique Rodríguez, José Cortina, Enrique Pérez de la Sota, Luis Maroto, Fernando Ginestal, Juan José Rupilanchas, A new approach to cardiac valve replacement through a small midline incision and inverted L shape partial sternotomy, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, Volume 14, Issue Supplement_1, October 1998, Pages S115–S116, [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(98\)00117-1](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(98)00117-1)

15. El-Sayed Ahmad A, Risteski P, Papadopoulos N, Radwan M, Moritz A, Zierer A. Minimally invasive approach for aortic arch surgery employing the frozen elephant trunk technique. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;50:140–144.

16. Munakata H. et al. L-shaped Partial Upper Sternotomy Approach for Aortic Valve Replacement // *Kyobu geka. The Japanese Journal of Thoracic Surgery.* – 2017. – T. 70. – №. 2. – C. 83-90.; 2) von Segesser L. K. et al. Less invasive aortic valve surgery: rationale and technique // *European journal of cardio-thoracic surgery.* – 1999. – T. 15. – №. 6. – C. 781-785.