

УДК 616.126.42

МАЛОИНВАЗИВНАЯ КОРРЕКЦИЯ ПОРОКОВ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА ИЗ ПРАВОСТОРОННЕЙ МИНИТОРАКОТОМИИ ПОД «ПРЯМЫМ КОНТРОЛЕМ ЗРЕНИЯ»

Кулумбегов О.И., Кобзев Е.Е., Кузнецов А.Н., Карпов И.А., Россейкин Е.В.
ФГБУ ФЦССХ МЗ РФ (Хабаровск, Россия);

Резюме

Цель: Оценить непосредственные результаты коррекции митрального порока из правосторонней боковой миниторакотомии.

Материалы и методы С августа 2021 по сентябрь 2023 года 30 пациентам с пороками митрального клапана была проведена хирургическая коррекция митрального порока через правостороннюю боковую миниторакотомию под прямым контролем зрения. Показаниями к малоинвазивному подходу явились наличие порока митрального клапана без сопутствующего поражения коронарных артерий требующего реваскуляризации, отсутствие аортальной недостаточности более 1 степени. Среди оперированных пациентов было 19 (63,3%) женщин и 11 (36,7%) мужчин. Средний возраст составил $48,1 \pm 18,8$ лет. Индекс массы тела составил $24,8 \pm 6,3$ кг/м. Недостаточность была гемодинамическим вариантом порока у 27 пациентов (90%).

Результаты: Средний объем послеоперационной кровопотери составил 272 ± 87 мл. Среднее время искусственной вентиляции легких составило 8 ± 3 часа. Среднее время нахождения в палате реанимации $22,6 \pm 15,3$ часа. В группе оперированных пациентов не было повторных вмешательств и трансфузии компонентов крови. Среди оперированных пациентов не отмечено госпитальной летальности, ОИМ и ОНМК. Инфекции области хирургического вмешательства, лимфореи не было. Пневмоторакс, потребовавший дренирования был выявлен в одном (3,3%) случае. Впервые возникший пароксизм нарушения ритма сердца (фибрилляция/трепетание предсердий) был зафиксирован у 7 (23%) пациентов. Среднее время пребывания в стационаре $11,9 \pm 7$ дней.

Заключение: Малоинвазивная коррекция пороков митрального клапана из правосторонней миниторакотомии под прямым контролем зрения является безопасной и воспроизводимой операцией. Доступ в IV м/р обеспечивает оптимальную визуализацию митрального клапана, позволяя выполнить весь спектр как реконструктивных техник, так и протезирование МК без применения видеоассистенции. При правильном отборе пациентов на данный вид вмешательства операция ассоциируется с низкой частотой осложнений в периоперационном периоде. Сохранение каркасности грудной клетки, отсутствие осложнений, ассоциированных с традиционным доступом, и ранняя активизация пациента в сочетании с прекрасным косметическим эффектом, способствуют уменьшению периода лечения в стационаре.

Ключевые слова: порок митрального клапана • правосторонняя латеральная миниторакотомия • «прямой зрительный контроль».

MINIMALLY INVASIVE CORRECTION OF MITRAL VALVE DEFECTS FROM RIGHT-SIDED MINITHORACOTOMY UNDER 'DIRECT VISION CONTROL'

Kulumbegov O.I., Kobzev E.E., Kuznetsov A.N., Karpov I.A., Rosseikin E.V.

Federal State Budgetary Institution Federal center of the cardio vascular surgery under the Ministry of Health of the Russian Federation (Khabarovsk, Russia);

Abstract

Purpose: To evaluate the immediate results of mitral defect correction from right sided lateral minithoracotomy.

Materials and Methods: From August 2021 to September 2023, 30 patients with mitral valve defects underwent surgical correction of mitral defect through right sided lateral minithoracotomy under direct

visual control. The indications for the minimally invasive approach were the presence of mitral valve defect without concomitant coronary artery disease requiring revascularisation, absence of aortic insufficiency of more than 1 degree. Among the operated patients there were 19 (63,3%) women and 11 (36,7%) men. The mean age was 48.1 ± 18.8 years. Body mass index was 24.8 ± 6.3 kg/m. The insufficiency was a haemodynamic variant of the defect in 27 patients (90%).

Results: The mean volume of postoperative blood loss was 272 ± 87 ml. The mean time on ALV was 8 ± 3 hours. The mean time in the intensive care unit was 22.6 ± 15.3 hours. There were no repeated interventions and transfusion of blood components in the group of operated patients. There was no hospital mortality, AMI and ACVA among the operated patients. There was no surgical site infection, lymphorrhoea. Pneumothorax requiring drainage was detected in one (3.3%) case. A first-time paroxysm of heart rhythm disturbance (atrial fibrillation/flutter) was recorded in 7 (23%) patients. The average time of hospital stay was $11,9 \pm 7$ days.

Conclusions: Minimally invasive correction of mitral valve defects from right-sided minithoracotomy under direct visual control is a safe and reproducible operation. IV i/s access provides optimal visualisation of the mitral valve, allowing to perform the whole range of both reconstructive techniques and MV prosthetic repair without the use of video-assisted surgery. In case of proper selection of patients for this type of intervention, the operation is associated with a low incidence of complications in the perioperative period. Preservation of the thoracic cage framework, absence of complications associated with traditional access, and early activation of the patient, combined with an excellent cosmetic effect, contribute to a shorter hospital stay.

Keywords: mitral valve defect • 'direct vision control' • right sided lateral minithoracotomy

Введение.

Пороки клапанов сердца являются одной из ведущих причин сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности, а также причиной появления функциональной нетрудоспособности [16]. Среди них патология митрального клапана занимает второе место по распространённости после пороков аортального клапана [11]. Ревматическое поражение клапанов остается на сегодняшний день самой распространенной причиной первичной клапанной патологии во всем мире. Несмотря на существенное улучшение качества жизни, глобальная распространенность ревматической болезни сердца неуклонно растет с 1990 года, достигнув в 2019 году 40,5 миллионов человек в мире [15]. В странах с высоким уровнем дохода наблюдается явное преобладание дегенеративной патологии и инфекционного эндокардита. Стоит отметить, что абсолютная распространенность первичной митральной недостаточности значительно возросла за последние 20 лет на 70% [8]. Митральная регургитация является вторым по частоте приобретенным пороком в Европе [5]. Она делится на первичную, или органическую, и вторичную, или функциональную. Понимание этого важно при выборе подхода к лечению. Вариантами митральной регургитации являются пролапс (22%), ревматические заболевания (16%), ишемическая болезнь (30%) и дилатационная кардиомиопатия (26%) [7]. Последнее время все чаще выявляется миксоматозная дегенерация митрального клапана [4]. Срединная стернотомия была и по сей день является основным доступом к митральному кла-

пану, реже применялась правосторонняя расширенная торакотомия. Однако, операции через правостороннюю миниторакотомию зарекомендовали себя как оптимальный вариант лечения патологий атриовентрикулярных клапанов сердца [3; 15]. Опытные хирурги могут добиться отличных результатов, аналогичных тем, которые получаются при стандартной стернотомии, при этом в большинстве современных исследований говорится о более ускоренном выздоровлении и более коротком сроке пребывания в больнице по сравнению с традиционной хирургией [12]. Несмотря на великолепные результаты малоинвазивная хирургия митрального клапана всё ещё не считается стандартом лечения и не упоминается в рекомендациях в качестве метода выбора [13]. Малоинвазивный подход как рутинный способ хирургического лечения пороков митрального клапана по-прежнему ограничен необходимостью материально-технического обеспечения, и часто наличием оснащения для видеоассистенции. Цель данной работы показать наш опыт малоинвазивного хирургического лечения пациентов с патологией митрального клапана, без дополнительного оборудования под прямым визуальным контролем.

Материалы и методы

С августа 2021 по сентябрь 2023 года в нашем учреждении 30 пациентам с пороками митрального клапана была проведена хирургическая коррекция митрального порока через правостороннюю миниторакотомию под «прямым контролем зрения». Показаниями к малоинвазивному подходу явились наличие

Minimally invasive correction of mitral valve defects from right-sided minithoracotomy under 'direct vision control'

порока митрального клапана без сопутствующего поражения коронарных артерий требующего реваскуляризации, отсутствие аортальной недостаточности более 1 степени. Предоперационно выполняли ультразвуковое исследование бедренных сосудов для исключения тяжелого атеросклеротического поражения и прогнозирования необходимых размеров периферических канюль, а также обзорную рентгенографию органов грудной клетки для выбора оптимального межреберья. Среди оперированных пациентов было 19 (63,3%) женщин и 11 (36,7%) мужчин. Средний возраст составил $48,1 \pm 18,8$ лет. Индекс массы тела составил $24,8 \pm 6,3$ кг/м. Недостаточность была гемодинамическим вариантом порока у 27 пациентов (90%). В соответствии с функциональным классом ХСН (NYHA), пациенты распределились следующим образом: II ФК – 21 (70%) пациент, III ФК – 9 (30%) пациентов. Все операции выполнялись в условиях периферического искусственного кровообращения

(ИК), из них 28 (93,3%) операций с подключением по схеме «бедренная вена и яремная вена – бедренная артерия». У двух (6,7%) пациентов яремная канюляция не была выполнена по техническим причинам. Во всех случаях доступ к сердцу осуществлялся через правостороннюю боковую миниторакотомию в IV межреберье. Для остановки сердечной деятельности у всех пациентов применялся кардиоплегический раствор «Кустодиол». В представленной выборке не применялось дополнительное оборудование для визуализации. Все операции выполнены под прямым контролем зрения.

Исследуемые конечные точки: госпитальная летальность, острый инфаркт миокарда (ОИМ), инсульт (ОНМК), нарушения ритма сердца, пневмоторакс, инфекция области хирургического вмешательства, рецидив МН или дисфункция протеза.

В таблице 1, представлены исходные данные пациентов.

Таблица 1. Характеристика пациентов до операции по основным клиническим параметрам.
Table 1. Clinical and demographic data of the patients

Параметр / Parameter	Значение (%) / Value (%)
Возраст, лет / Age, y	$48,1 \pm 18,8$
Пол / Sex	
Мужской / male	11 (36,7)
Женский / female	19 (63,3)
ИМТ, кг/м / BMI, kg/m	$24,8 \pm 6,3$
ХСН (NYHA), ФК / NYHA	
II	21 (70)
III	9 (30)
Вариант порока МК / Variant of MV disease	
Недостаточность / Insufficiency	27 (90)
Стеноз / Stenosis	3 (10)
ФВ ЛЖ, % / LVEF, %	$61,4 \pm 5,2$
Размер ЛП, мм / LA, mm	$43,7 \pm 11,4$
КДО ЛЖ, мл / LV EDV, ml	$134 \pm 36,7$
Фибрилляция предсердий / Atrial fibrillation	4 (13,3)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	2 (6,7)
EuroSCORE II, %	$1,1 \pm 0,9$

Примечание: Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, n (%).

Note: Data are presented as $M \pm \sigma$, n (%).

Результаты

Всем пациентам была выполнена коррекция митрального порока в соответствии, с ранее определенными показаниями. Чрезпищеводная эхокардиография (ЧП-ЭХОКГ) выполнялась всем пациентам на начальном этапе операции для детализации порока и визуализации постановки периферических канюль искусственного кровообращения и на заключительном этапе операции с целью контроля результата (рис. 1).

Доступ к бедренным сосудам осуществляли параллельно паховой складке, размером 3-4 см. Выделяли переднюю поверхность общих бедренных артерии (ОБА) и вены (ОБВ). Кисетные швы накладывали полипропиленовыми нитями 5/0 и 6/0 соответственно. Последовательно канюлировали сначала ОБВ затем ОБА. Размер используемых канюль варьировал: для ОБВ от 19 - 25Fr, для ОБА 18-24 Fr. Следующим этапом заранее установленный в правую яремную вену центральный катетер меняли на канюлю размером 19 Fr. Тотчас после установки периферических канюль выполнялся разрез размером около 7 см в IV м/р. После чего начинали ИК, прекращали вентиляцию легких. Далее производили доступ к сердцу. Перикард брали на швы держалки, которые пункционно выводили наружу операционной раны. Кисетные швы для кардиоплегической канюли накладывали полипропиленовой нитью 3/0. Через отдельный разрез размером 0,5 см на одно м/р выше устанавливали зажим для пережатия аорты типа «Chitwood». Осуществляли «основной» этап операции (рис.2). Ушивание левого предсердия

выполняли полипропиленовыми нитями 3/0. Дренирование перикарда осуществляли через отверстие для аортального зажима, дренирование плевральной полости через дополнительное отверстие в V м/р. Перикард ушивали отдельными швами. После окончания ИК, последовательно удаляли канюли из яремной и бедренной вен, затем после вытеснения крови из аппарата ИК и введения протамина удаляли канюлю из ОБА. Место канюляции яремной вены на шее ушивали П-образным швом. Выполняли ушивание операционных ран.

После клапаносохраняющих процедур удовлетворительным результатом считалось отсутствие МН более 1 ст., после протезирования МК отсутствие дисфункции протеза и парапротезных фистул. В таблице 2 представлены операционные данные.

Во всех случаях сердечный ритм был восстановлен спонтанно, у 6 (20%) пациентов потребовалась временная, наружная электрокардиостимуляция (ЭКС). Данные раннего послеоперационного периода представлены в таблице 3.

Средний объем послеоперационной кровопотери составил 272 ± 87 мл. Среднее время искусственной вентиляции легких составило 8 ± 3 часа. В раннем послеоперационном периоде выполняли контроль трансторакальной эхокардиографии (ТТ-ЭХОКГ), рентген органов грудной клетки. Среднее время нахождения в палате реанимации $22,6 \pm 15,3$ часа. В группе оперированных пациентов не было повторных вмешательств и трансфузии компонентов крови. Начиная со

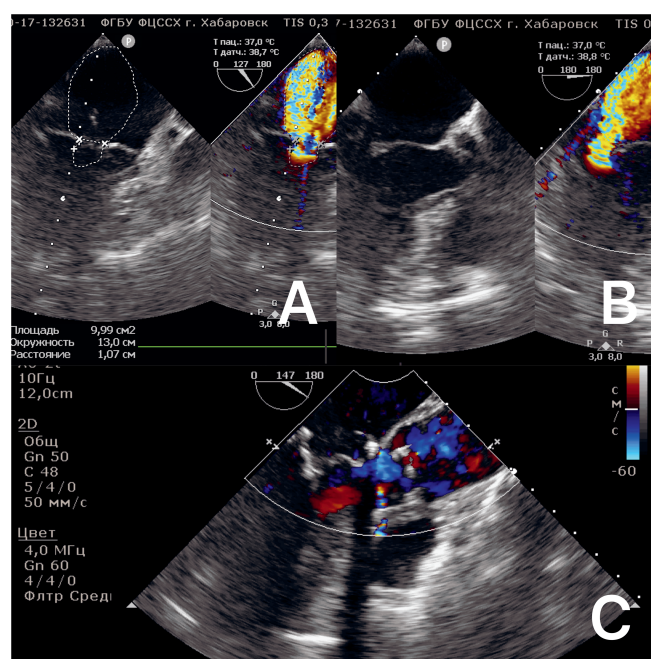


Рисунок 1. Чрезпищеводная эхокардиография до и после операции.

Figure 1. Transesophageal echocardiography before (A, B) and after surgery (C).

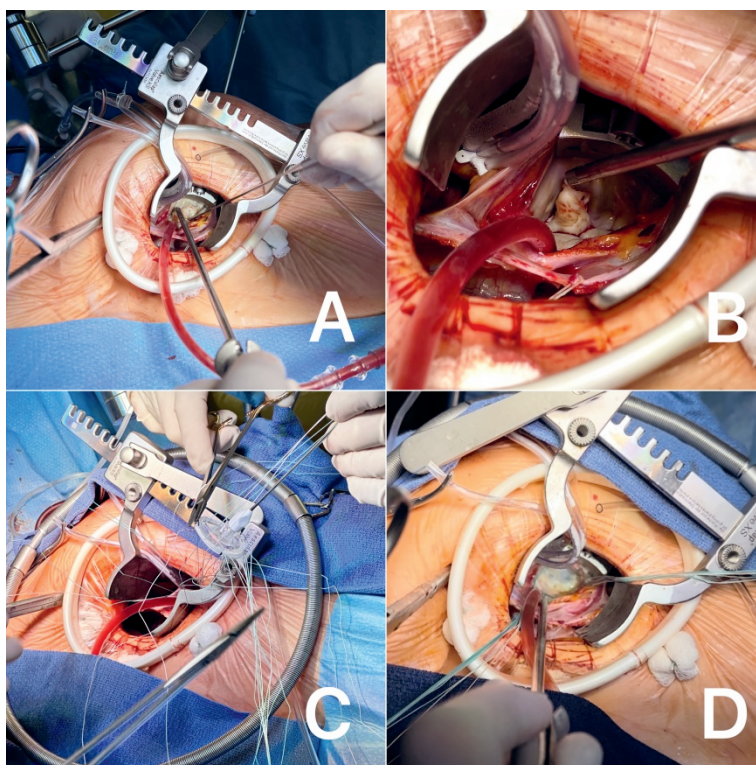


Рисунок 2. Реконструкция митрального клапана (А- ревизия МК, В – отрыв P1 ЗСМК, С - пластика МК, D – окончательный)

Figure 2. Mitral valve repair (A – MV analysis, B –posterior leaflet MV rupture, C – MV repair, D – final result)

Таблица 2. Операционные данные.

Table 2. Operation data

Параметр / Parameter	Значение (%) / Value (%)
Пережатие аорты, мин. / Cross clamp, min	87,9±14,8
Искусственное кровообращение, мин. / cardiopulmonary bypass, min	151,2±27,4
Продолжительность операции, мин. / Operation time, min	233,3±42,1
Бедерная артериальная канюля, Fr. / femoral arterial cannula, Fr	21,1±2,2
Бедерная венозная канюля Fr. / femoral vein cannula, Fr	23,7±3,8
Канюля для яремной вены, Fr. / jugular vein cannula	19
Пластика МК, % / Mitral repair, %	20 (66,6)
Размер кольца / Ring size	28-32
Протезирование МК, % / Mitral replacement, %	10 (33,3)
Размер протеза / Prosthesis size	27-31
Временная электрокардиостимуляция / Temporary electrocardiostimulation	6 (20%)

Примечание: Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, n (%).

Note: Data are presented as $M \pm \sigma$, n (%).

Таблица 3. Характеристика раннего послеоперационного периода
Table 3. Early postoperative characteristics

Параметр / Parameter	Значение (%) / Value (%)
Длительность ИВЛ, часы / Ventilation time, hours	8±3
Длительность пребывания в ОАР, часы / ICU time, hours	22,6±15,3
Послеоперационная кровопотеря, мл/ Postoperative bleeding, ml	272±87
Повторная операция / Redo	0
Трансфузия крови / Blood transfusion	0
Инсульт / Stroke	0
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction	0
Госпитальная летальность / In-hospital mortality	0
Инфекция ОХВ / Wound infection	0
Лимфорея / Lymphorrhoea	0
Пневмоторакс / Pneumothorax	1 (3,3)
Послеоперационная пневмония / Postoperative pneumonia	0
Плевральная эффузия / Pleural effusion	2 (6,7)
Имплантация ЭКС / Pacemaker implantaion	2 (6,7)
Впервые возникшая фибрилляция предсердий / New-onset atrial fibrillation	7 (23)
Синусовый ритм при выписке rhythm	28 (93,3)
Послеоперационное пребывание в стационаре, дней / In-hospital stay, days	11,9±7

Примечание: Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, n (%).

Note: Data are presented as $M \pm \sigma$, n (%).

вторых суток послеоперационного периода, при отсутствии противопоказаний пациентам было рекомендовано расширять двигательный режим под контролем медицинского персонала. Среди оперированных пациентов не отмечено госпитальной летальности, ОИМ и ОНМК. Инфекции области хирургического вмешательства, лимфореи не было. Пневмоторакс, потребовавший дренирования был выявлен в одном (3,3%) случае. Впервые возникший пароксизм нарушения ритма сердца (фибрилляция предсердий) был зафиксирован у 7 (23%) пациентов. После антиаритмической терапии все эпизоды впервые возникшей фибрилляции предсердий удалось купировать медикаментозно. Синусовый ритм при выписке сохранялся у 28 (93,3%) пациентов. В двух случаях лечение длительно существующей

ФП было направлено на удержание частоты сердечных сокращений. Дисфункции протеза или рецидива МН более 1 ст. не отмечалось. В двух (6,7%) случаях потребовалась имплантация постоянного ЭКС, в связи с синдромом слабости синусового узла (СССУ). Среднее время пребывания в стационаре 11,9±7 дней. Длительность пребывания была обусловлена необходимостью имплантации постоянного ЭКС у двух пациентов, а также подбором дозы варфарина у пациентов с механическими протезами митрального клапана.

Обсуждение

При правильном подходе к миниторакотомии наблюдается очевидное превосходство по сравнению со срединной стернотомией [2, 17]. Преимущество ма-

малоинвазивного подхода выражается не только в косметическом эффекте, но и в более ранней активизации пациента и возврате к работе [1]. В мета-анализе Moscarelli с соавт. не было выявлено существенных различий между малоинвазивным и стернотомическим вмешательством по таким критериям как рецидив МН, реоперация, госпитальная летальность. Как и ожидалось, в группе малоинвазивных вмешательств было более продолжительное время пережатия аорты и искусственного кровообращения по сравнению с группой стернотомии. [10]. Также, в недавнем ретроспективном исследовании, проведенном коллегами из Китая, где изучались клинические исходы при малоинвазивном подходе по сравнению с открытой стернотомией, результаты соответствовали приведенному выше мета-анализу по показателям госпитальной летальности, послеоперационным кровотечениям, инсультам. [6].

Одним из основных лимитирующих агентов при выборе малоинвазивного подхода к вмешательству на митральном клапане является более продолжительное время ИК и пережатия аорты [6, 10]. Учитывая это, многие хирурги по-прежнему склоняются к стернотомии при выборе доступа у пациентов с изолиро-

ванным поражением митрального клапана. Тем не менее, работы разных авторов показывают отсутствие серьезных различий между этими двумя подходами, более того малоинвазивный подход позволяет эффективно осуществить сложную многокомпонентную реконструкцию митрального клапана как при соединительно-тканной дисплазии так и при инфекционном эндокардите [9, 10, 14]. Немаловажным фактором в пользу малоинвазивного подхода является достоверно более низкая частота осложнений, связанных с областью хирургического вмешательства.

Стоит отметить, кривую обучаемости (рис.3). С набором опыта сокращается продолжительность пережатия аорты, искусственного кровообращения и время операции в целом. Данное наблюдение коррелирует с аналогичным опытом, представленным в литературе и является следствием оптимизации технологических процессов [18]. Также, стоит отметить, что в настоящее время опыт позволяет не менять выбор метода коррекции МК в зависимости от доступа. Таким образом, мы получаем сопоставимые результаты клапанной коррекции и преимущества малоинвазивного подхода.

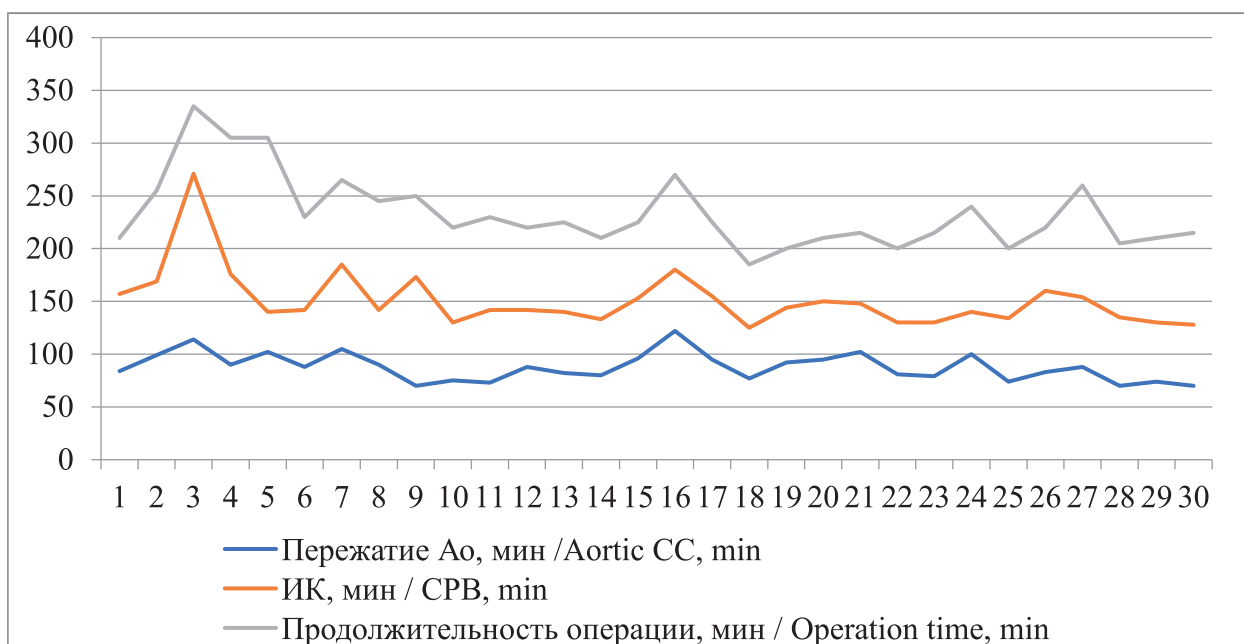


Рисунок 2. Кривые обучаемости
Figure 2. Learning curves

Выводы

Малоинвазивная коррекция пороков митрального клапана из правосторонней миниторакотомии под прямым контролем зрения является безопасной и воспроизводимой операцией. Доступ через правостороннюю боковую миниторакотомию в IV м/р обеспечивает оптимальную визуализацию митрального клапана, позволяя выполнить весь спектр как реконструктивных техник, так и протезирование МК

без применения видеоассистенции. При правильном отборе пациентов на данный вид вмешательства операция ассоциируется с низкой частотой осложнений в периоперационном периоде. Сохранение каркасности грудной клетки, отсутствие осложнений, ассоциированных с традиционным доступом, и ранняя активизация пациента в сочетании с прекрасным косметическим эффектом, способствуют уменьшению периода лечения в стационаре.

Список литературы

1. Cohn LH, Adams DH, Couper GS, et al. Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of cardiac valve replacement and repair. *Ann Surg* 1997;226:421-6 DOI: 10.1097/0000658-199710000-00003
2. Detter C, Boehm DH, Reichenspurner H. Minimally invasive valve surgery: Different techniques and approaches. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2004;2:239-51 DOI: 10.1586/14779072.2.2.239
3. F.P. Casselman, S. Van Slycke, F. Wellens, et al., Mitral valve surgery can now routinely be performed endoscopically, *Circulation* 108 (Suppl. 1) (2003) II48–54. DOI: 10.1161/01.cir.0000087391.49121.ce
4. Iung B, Vahanian A. Epidemiology of acquired valvular heart disease. *Can J Cardiol*. 2014;30(9):962-970. DOI: 10.1016/j.cjca.2014.03.022
5. Iung, B.; Delgado, V.; Rosenhek, R.; Price, S.; Prendergast, B.; Wendler, O.; De Bonis, M.; Tribouilloy, C.; Evangelista, A.; Bogachev-Prokophiev, A.; et al. Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.041080
6. Jiang Q, Wang Z, Guo J, et al. Retrospective Comparison of Endoscopic Versus Open Procedure for Mitral Valve Disease. *J Investig Surg* 2020 DOI: 10.1080/08941939.2020.1726531
7. Martínez-Sellés, M.; García-Fernández, M.A.; Moreno, M.; Larios, E.; García-Robles, J.A.; Pinto, A. Influencia del sexo en la etiología de la insuficiencia mitral [Influence of gender on the etiology of mitral regurgitation]. *Rev. Esp. Cardiol*. 2006, 59, 1335–1338. DOI: 10.1157/13096587
8. Mensah, G.A.; Roth, G.A.; Fuster, V. The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors: 2020 and Beyond. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2019, 74, 2529–2532. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.10.009
9. Mihos CG, Santana O, Pineda AM, et al. Right anterior minithoracotomy versus median sternotomy surgery for native mitral valve infective endocarditis. *J Heart Valve Dis* 2014;23:343-9.
10. Moscarelli M, Fattouch K, Gaudino M, et al. Minimal Access Versus Sternotomy for Complex Mitral Valve Repair: A Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg* 2020;109:737-44 DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.07.034
11. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdiener JS, Scott CG, Enriquez-Sarano M. Burden of valvular heart diseases: a populationbased study. *Lancet Lond Engl*. 2006;368(9540):1005-1011. DOI: 10.1016/S0140-6736(06)69208-8
12. P. Modi, E. Rodriguez, C. Hargrove III, Minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis, *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 34 (2008) 943–952. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.07.057
13. Paparella D, Fattouch K, Moscarelli M, et al. Current trends in mitral valve surgery: a multicenter national comparison between full-sternotomy and minimally-invasive approach. *Int J Cardiol*. 2020;306:147-151. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.11.137
14. Percy E, Hirji SA, Yazdchi F, et al. Long-Term Outcomes of Right Minithoracotomy Versus Hemisternotomy for Mitral Valve Repair. *Innovations (Phila)* 2020;15:74-80. DOI: 10.1177/1556984519891966
15. Robert B. Hawkins, J. Hunter Mehaffey, Samuel M. Kessel, Jolian J. Dahl, Irving L. Kron, John A. Kern, Leora T. Yarboro, Gorav Ailawadi. Minimally invasive mitral valve surgery is associated with excellent resource utilization, cost, and outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg Thoracic Surgery*, Volume 156, Issue 2, 2018, Pages 611-616.e3, ISSN 0022-5223 DOI: 10.1016/j.jtcvs.2018.03.108
16. Santangelo, G.; Bursi, F.; Faggiano, A.; Moscardelli, S.; Simeoli, P.S.; Guazzi, M.; Lorusso, R.; Carugo, S.; Faggiano, P. The Global Burden of Valvular Heart Disease: From Clinical Epidemiology to Management. *J. Clin. Med*. 2023, 12, 2178. DOI:10.3390/jcm12062178
17. Van Praet KM, Stamm C, Sündermann SH, et al. Minimally invasive surgical mitral valve repair: State of the art review. *Interv Cardiol* 2018;13:14-9. DOI: 10.15420/icr.2017:30:1
18. Vo, A.T., Nguyen, D.H., Van Hoang, S. et al. Learning curve in minimally invasive mitral valve surgery: a single-center experience. *J Cardiothorac Surg* 14, 213 (2019). DOI: 10.1186/s13019-019-1038-0