

КРИВАЯ ОБУЧЕНИЯ В МИНИИНВАЗИВНОЙ ХИРУРГИИ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА С ТОТАЛЬНОЙ 3D ВИДЕОЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ

В.В. Базылев[✉], Д.С. Тунгусов

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России,
ул. Стасова, 6, Пенза, Пензенская обл., Российская Федерация, 440071

Основные положения

Миниинвазивная хирургия митрального клапана с тотальной эндоскопической визуализацией является хорошим методом выбора при лечении митральных пороков. После преодоления кривой обучения интраоперационные показатели не имеют достоверного различия у пациентов, оперированных миниинвазивным доступом и через полную стернотомию.

Резюме

Цель: Сравнить интраоперационные показатели вмешательств на митральном клапане через миниторакотомию с 3D видеоэндоскопической визуализацией и полную стернотомию, а также оценить кривые обучения при выполнении вмешательств на митральном клапане через правостороннюю миниторакотомию и определить необходимое количество операций, требуемое хирургам для достижения сопоставимых интраоперационных показателей.

Материалы и методы: В ретроспективное исследование включены 242 пациента с изолированным митральным пороком сердца, госпитализированные в ФЦССХ (г. Пенза) для планового хирургического лечения в период с января 2019 года по декабрь 2022 года. Пациенты были разделены на две группы. В первую группу вошло 120 пациентов, которым вмешательство было выполнено через правостороннюю миниторакотомию с 3D видеоэндоскопической визуализацией. Все операции были выполнены одним хирургом. Во вторую группу было включено 122 пациента, которым коррекция изолированного митрального порока была выполнена через срединную стернотомию.

Результаты: В первой группе аннулопластика митрального клапана опорным кольцом была выполнена 54 (45%) пациенту, во второй – 57 (46,7%), протезирование хорд передней створки митрального клапана в сочетании с аннулопластикой произведена 23 (19,2%) больным первой группы и 25 (20,5%) второй группы. Резекция или пликация задней створки выполнена 28 (23,3%) первой группы и 26 (21,3%) второй группы. Протезирование клапана механическим протезом произведено 15 (12,5%) пациентам первой группы и 14 (11,5%) больным второй группы. Достоверного различия в распределении видов оперативных вмешательств в группах сравнения получено не было. Анализ послеоперационных осложнений не выявил статистически значимых различий. Летальных исходов в 1 и 2 группе не было. После выхода на плато отмечается отсутствие достоверных различий по времени операции, ишемии миокарда и искусственного кровообращения между двумя группами.

Заключение: Минимально инвазивная хирургия митрального клапана с тотальной эндоскопической визуализацией является хорошим методом выбора при лечении митральных пороков. Для преодоления кривой обучения и достижения схожих интраоперационных показателей необходимо выполнить не менее 120 подобных вмешательств. На начальном этапе освоения данной методики большое значение может играть отбор пациентов.

Ключевые слова: митральный клапан • минимально инвазивная хирургия • 3D видеоэндоскопическая визуализация • аннулопластика митрального клапана • протезирование хорд • резекция • пликация • протезирование митрального клапана • кривая обучения

Поступила в редакцию: 10.04.2023; поступила после доработки: 15.05.2023; принята к печати: 26.05.2023

Для корреспонденции: Базылев Владлен Владленович, e-mail: cardio-penza@yandex.ru; адрес: ул. Стасова, 6, Пенза, Пензенская обл., 440071.

Corresponding author: Bazylev Vladlen V., e-mail: cardio-penza@yandex.ru; address: 6, Stasova St., Penza, Penza Region, Russian Federation, 440071.

LEARNING CURVE IN MINIMALLY INVASIVE MITRAL VALVE SURGERY WITH 3D VIDEO ENDOSCOPIC VISUALIZATION SYSTEM

V.V. Bazylev✉, D.S. Tungusov

Federal State Budgetary Institution "Federal Center of Cardiovascular Surgery"
of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
6, Stasova St., Penza, Penza region, Russian Federation, 440071

Central Message

Minimally invasive mitral valve surgery with endoscopic visualization is a method of choice for treating mitral valve disease. Transversing the learning curve in minimally invasive mitral valve surgery is associated with good clinical outcomes and the absence of the differences in the intraoperative parameters of minimally invasive approach and conventional surgery.

Abstract

Aim: To compare the intraoperative parameters of minimally invasive mitral valve surgery with 3D video endoscopic visualization and conventional surgery, as well as to evaluate the learning curves for performing mitral valve interventions through a right minithoracotomy and to determine the number of surgeries that are required to achieve comparable success.

Methods: 242 medical records of patients with isolated mitral valve disease admitted to the Federal Center of Cardiovascular Surgery (Penza) for elective cardiac surgery in the period from January 2019 to December 2022 were retrospectively reviewed. All patients were divided into two groups. Group 1 patients (n=120) underwent mitral valve surgery through a right minithoracotomy with 3D video endoscopic visualization. All surgeries were performed by one operator. Group 2 patients (n=122) underwent mitral valve surgery through median sternotomy.

Results: 54 (45%) patients in Group 1 and 57 (46.7%) in Group 2 underwent mitral valve annuloplasty. Chordal replacement of the anterior mitral leaflet and mitral valve annuloplasty was performed in 23 (19.2%) patients in Group 1 and in 25 (20.5%) patients in Group 2. Resection or plication of the posterior mitral leaflet was performed in 28 (23.3%) patients in Group 1 and 26 (21.3%) patients in Group 2. 15 (12.5%) patients in Group 1 and 14 (11.5%) patients underwent mitral valve replacement using mechanical valves. Both groups did not differ by the types of surgical interventions. Postoperative complications did not differ between the groups. There were no cases of deaths in Groups 1 and 2. Both groups did not differ by the time of surgery, myocardial ischemia and cardiopulmonary bypass after transversing the curve.

Conclusion: Minimally invasive mitral valve surgery with total endoscopic visualization is a method of choice for treating mitral valve disease. To transverse the learning curve and achieve similar intraoperative results, at least 120 similar interventions should be performed. Patient selection is of great importance when starting mastering minimally invasive approaches.

Keywords: mitral valve • minimally invasive surgery • 3D video endoscopic visualization • mitral valve annuloplasty • chordal replacement • resection • plication • mitral valve replacement • learning curve

Received: 10.04.2023; review round 1: 15.05.2023; accepted: 26.05.2023

Список сокращений

ИВЛ – искусственная вентиляция легких
ИК – искусственное кровообращение

ИМ – ишемия миокарда

Введение

Минимально инвазивная хирургия митрального клапана была предложена А. Carpentier около трех десятилетий назад. После первой успешной операции на митральном клапане через правостороннюю миниторакотомию был отмечен значительный интерес и увеличение количества подобных вмешательств. Миниторак-

котомия стала стандартным доступом для вмешательств на митральном клапане во многих зарубежных и некоторых клиниках Российской Федерации. Преимущества малоинвазивного подхода с помощью правосторонней миниторакотомии были подробно описаны ранее [1,2]. В последние годы для улучшения визуализации в минимально инвазивной кардиохирургии

внедряются 3D технологии. Однако выполнение операций с полностью эндоскопической визуализацией отталкивает многих хирургов вследствие увеличения продолжительности ишемии миокарда, искусственного кровообращения и операции в целом. В настоящее время остается неизученной кривая обучения хирургов при выполнении минимально инвазивных операций с 3D видеоэндоскопической визуализацией и остается неизвестным какое количество вмешательств необходимо выполнить хирургу, чтобы достичь сопоставимых интраоперационных показателей с операцией через полную стернотомию.

Цели исследования — сравнить интраоперационные показатели вмешательств на митральном клапане через миниторакотомию с 3D видеоэндоскопической визуализацией и полную стернотомию. Оценить кривые обучения при выполнении вмешательств на митральном клапане через правостороннюю миниторакотомию, определить необходимое количество операций, требуемое хирургам для достижения сопоставимых интраоперационных показателей.

Материалы и методы

С января 2019 года по декабрь 2022 года было выполнено 242 операций при изолированном митральном пороке сердца. Пациенты были разделены на две группы. В первую группу вошло 120 пациентов, которым вмешательство было выполнено через правостороннюю миниторакотомию с 3D видеоэндоскопической визуализацией. Все операции были выполнены одним хирургом. Во вторую группу было включено 122 пациента, которым коррекция изолированного митрального порока была выполнена через среднюю стернотомию. Критерием отбора паци-

ентов был изолированный митральный порок сердца. К критериям исключения относились: недостаточность или стеноз аортального клапана, требующая хирургической коррекции, операция на сердце или правой легком в анамнезе, атеросклероз аорто-подвздошного сегмента, атеросклеротическое поражение коронарных артерий, требующее коронарного шунтирования. Дизайн исследования одобрен Локальным этическим комитетом. Все пациенты подписали письменное информированное согласие. Основные клиничко-демографические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Техника операции

Вводный наркоз и поддержание анестезии ничем не отличались от таковых при использовании стандартного доступа к сердцу. Операция начиналась с периферического подключения аппарата искусственного кровообращения по схеме «бедренная вена – бедренная артерия». Канюляция производилась по Сельдингеру с чреспищеводной визуализацией проводника и венозной канюли (рис. 1А). После начала искусственного кровообращения (ИК) и остановки искусственной вентиляции легких (ИВЛ) выполнялась правосторонняя переднебоковая миниторакотомия длиной 4 см. После вскрытия плевральной полости в рану устанавливался силиконовый расширитель мягких тканей (рис. 1В). Механический ранорасширитель не использовался. По средне-подмышечной линии в 4-м межреберье справа устанавливался троакар 10 мм, через который была заведена видеоэндоскопическая 3D HD камера (Einstein Vision 2.0, Aescular, Germany). В качестве держателя применялся пневматическая рука-держатель (Unitrac Device, Aescular, Germany). В 3-м межреберье по перед-

Таблица 1. Клиничко-демографические характеристики пациентов

Table 1. Clinical and demographic data of the study population

Параметр / Parameter	1 группа / Group 1, n=120	2 группа / Group 2, n=122	p
Возраст (лет) / Age (years)	61,3±9,9	63,8±11,1	0,5
Гендерное распределение: м/ж / Gender ratio: m/f	21 (58,3%) / 15 (41,7%)	15 (50%) / 15 (50%)	0,7
ИМТ / BMI	28±4,1	28,1±4,8	0,902
ППТ / BSA	1,9±0,2	1,87±0,2	0,5
NYHA класс II,III / NYHA class 2 and 3	96 (80%)	101 (82,7%)	0,8
Артериальная гипертензия / Arterial hypertension	73 (60,8%)	80(65,6%)	0,4
Нарушения сердечного ритма / Heart rhythm disorder	48 (40%)	41 (33,6%)	0,7
ХОБЛ / COPD	18 (15%)	18 (14,7%)	0,6
СД / Diabetes	18 (15%)	12 (9,8%)	0,7

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ППТ – площадь поверхности тела; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; СД – сахарный диабет

Note: BMI – body mass index; BSA – body surface area; COPD – chronic obstructive pulmonary disease

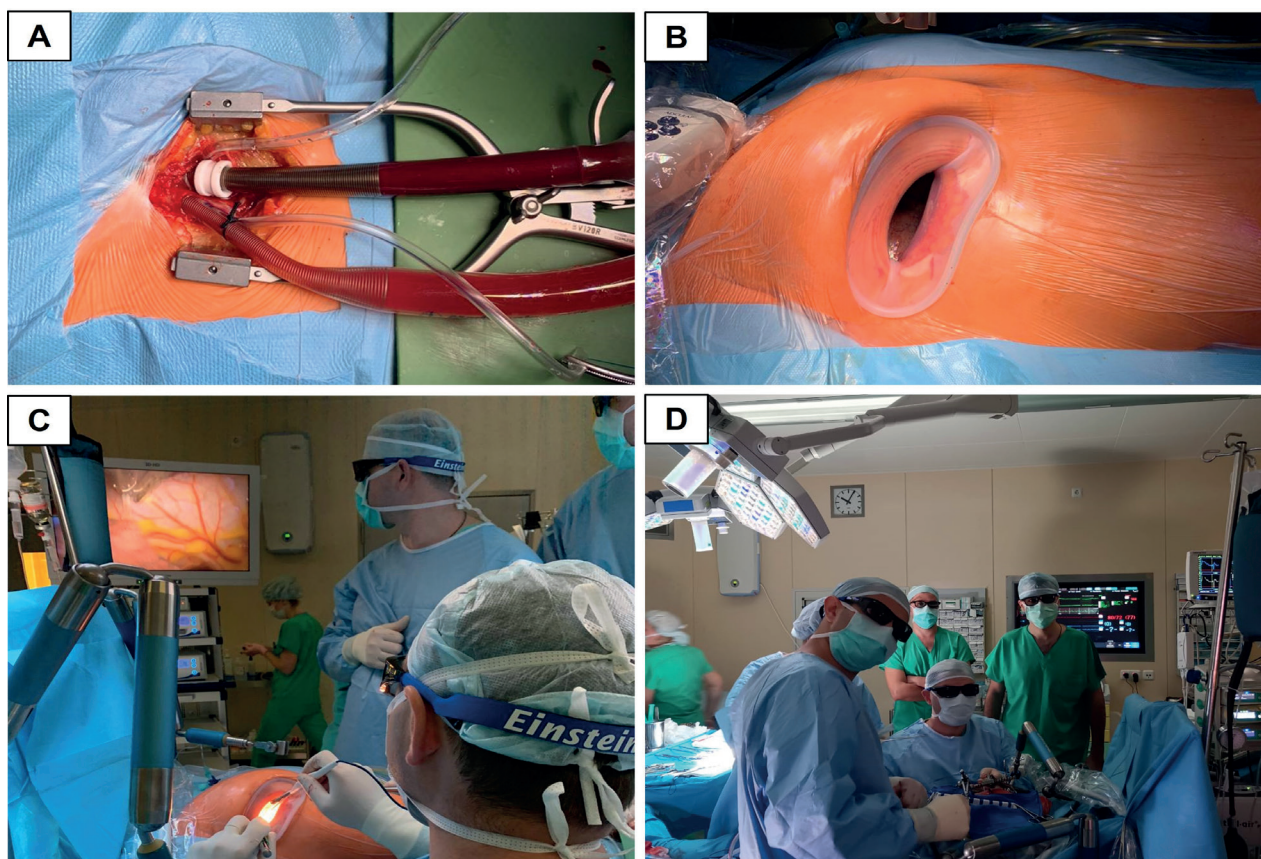


Рисунок 1. А – подключенный аппарат ИК по схеме «бедренная вена – бедренная артерия»; В, С – установленный распыритель мягких тканей; D – выполнение операции с тотальной эндоскопической визуализацией.
Figure 1. A – CPB instituted using the femoral vein – femoral artery cannulation; B, C – soft tissue expander; D – the surgery is performed using total endoscopic visualization

ней-подмышечной линии через отдельный прокол устанавливался зажим Chitwood для пережатия аорты.

Дальнейший этап выполнения операции мы проводили с тотальной эндоскопической 3D HD визуализацией в 3D очках с использованием инструментов для миниинвазивной хирургии «Valve XS» (Aescular, Germany) (рис. 1C, 1D). После вскрытия перикарда накладывалось два кистетных шва на восходящую аорту для установки кардиоплегической канюли. Пережатие восходящей аорты осуществлялось при кратковременном снижении производительности ИК до 50%. Левое предсердие вскрывалось по Карпантье и устанавливался дренаж в левое предсердие. После остановки сердца в левое предсердие заводился зеркало-подъемник, фиксировался к ручке держателю.

Далее выполнялась ревизия митрального клапана и коррекция митрального порока (пластика или протезирование). При избыточном поступлении крови через легочные вены производилось охлаждение пациента до умеренной гипотермии 32°C и снижение производительности ИК до 75 – 80%. При завершении вмешательства на митральном клапане производилось ушивание левого предсердия двухрядным швом. После проведения профилактики тромбоэмболии снимался зажим с аорты.

Результаты

В первой группе аннулопластика митрального клапана опорным кольцом была выполнена 54 (45%) пациенту, во второй – 57 (46,7%), протезирование хорд передней створки митрального клапана в сочетании с аннулопластикой произведена 23 (19,2%) больным первой группы и 25 (20,5%) второй группы. Резекция или пликация задней створки выполнена 28 (23,3%) первой группы и 26 (21,3%) второй группы. Протезирование клапана механическим протезом произведено 15 (12,5%) пациентам первой группы и 14 (11,5%) больным второй группы. Достоверного различия в распределении видов оперативных вмешательств в группах сравнения получено не было (табл. 2).

Анализ послеоперационных осложнений не выявил статистически значимых различий. Летальных исходов в 1 и 2 группе не было. Осложнения в послеоперационном периоде представлены в табл. 3.

Анализ продолжительности времени операции, ИК и ишемии миокарда (ИМ) в группах сравнения показал снижения с каждым годом. С 2019 года по 2021 год имелось достоверное различие в продолжительности данных параметров. В 2022 года отмечено, что время операции, ИМ и ИК не имели достоверно значимого различия (табл. 4, рис. 2-4).

Таблица 2. Виды оперативных вмешательств на митральном клапане
Table 2. Types of surgical interventions for mitral valve disease

Тип вмешательства / Type of surgery	1 группа / Group 1, n=120	2 группа / Group 2, n=122	P
Аннулопластика МК опорным кольцом / Mitral valve annuloplasty	54 (45%)	57 (46,7%)	0,73
Протезирование хорд передней створки МК, аннулопластика МК / Chordal replacement of the anterior mitral leaflet, mitral valve annuloplasty	23 (19,2%)	25 (20,5%)	0,74
Пликация / резекция задней створки МК, аннулопластика МК / Plication / resection of the posterior mitral leaflet	28 (23,3%)	26 (21,3%)	0,63
Протезирование митрального клапана / Mitral valve replacement	15 (12,5%)	14 (11,5%)	0,75

Примечание: МК — митральный клапан

Обсуждение

За последние 20 лет в кардиохирургии сформировалось миниинвазивное направление. Этому способствовало появление на рынке специальных инструментов, эндоскопических стоек, устройств для чрескожной пластики митрального клапана. Преимущества миниинвазивной кардиохирургии доказаны многими авторами. При сопоставимой летальности и частоте развития осложнений, отмечена меньшая кровопотеря и время пребывания в реанимации [2, 3].

Выполнение вмешательства на митральном клапане через миниторакотомию требует развития эндоскопических мануальных навыков, а тотальная эндоскопическая визуализация определенной ориентации на 3D мониторе. Все это и привлекает, и отталкивает хирургов от данной

технологии вследствие большой продолжительности ИК, ИМ и операции. Необходимо отметить, что при каждом внедрении новых технологий существует своя кривая обучения.

В исследовании Misfeld и соавт. сообщается, что 90% хирургов считают, что достаточно выполнить всего 20 миниинвазивных вмешательств, до появления чувства комфорта во время операции; двое хирургов полагали, что достаточно выполнить 10 операций [5]. Holzhey соавт. сообщают, что для преодоления кривой обучения миниинвазивной хирургии митрального клапана необходимо выполнить от 75 до 125 операций, чтобы достичь хороших результатов [4]. Однако в данном исследовании не применялась тотальная эндоскопическая визуализация.

Наше исследование показало, что на этапе

Таблица 3. Послеоперационные осложнения
Table 3. Postoperative complications

Осложнение / Complication	1 группа / Group 1, n=120	2 группа / Group 2, n=122	P
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction	1 (0,8%)	0	-
Инсульт / Stroke	0	1 (0,8%)	-
Почечная недостаточность / Renal failure	0	1 (0,8%)	-
Кровотечение, потребовавшее ревизии / Bleeding required revision surgery	0	2 (1,6%)	-
Раневая инфекция / Wound infection	0	0	-
АВ-блокада, потребовавшая имплантации ЭКС / AV-block required pacemaker implantation	0	4 (3,3%)	-
Забрюшинная гематома / Retroperitoneal hematoma	1 (0,8%)	0	-

Примечание: ЭКС — митральный клапан

Таблица 4. Динамика изменения продолжительности времени операции, ИМ и ИК

Table 4. Serial changes in the duration of surgery, myocardial ischemia, and CPB

Год/ Year	1 группа / Group 1	2 группа / Group	P
Время операции / Duration of surgery			
2019	230,7±46,1	160,4±22,1	0,001
2020	206,8±83,2	165,5±19,4	0,001
2021	183,3±22,5	167,9±18,3	0,01
2022	165,5±21,4	166,7±19,8	0,2
Время ИК / Duration of CPB			
2019	138,5±21,3	99,2±25,5	0,001
2020	137,3±17,7	73,9±19,8	0,001
2021	105,4±15,3	75,9±16,3	0,01
2022	85,6±14,3	75,6±20,4	0,2
Время ИМ / Duration of myocardial ischemia			
2019	80,8±32,1	63,3±20,1	0,001
2020	83,2±19,7	50,1±13,7	0,001
2021	63,4±20,1	47,7±17,4	0,01
2022	51,8±16,3	50,3±11,2	0,1

Примечание: ИК — искусственное кровообращение; ИМ — ишемия миокарда

Note: CPB — cardiopulmonary bypass

внедрения полной видеоэндоскопической визуализации имелось статистически значимое различие в продолжительности операции, времени искусственного кровообращения и ишемии миокарда в сравнении с показателями операций, выполненных через полную срединную стернотомию. Но был выявлен тренд снижения продолжительности операции, времени искусственного кровообращения и ишемии миокарда в течение четырех лет (рис. 2-4). Через 4 года данные показатели уже не имели статистически значимого различия.

Наш результат подтвердил, что после преодоления кривой обучения интраоперационные показатели не имеют достоверного различия у пациентов, оперированных миниинвазивным доступом и через полную стернотомию.

Заключение

Миниинвазивная хирургия митрального клапана с тотальной эндоскопической визуализацией является хорошим методом выбора при лечении митральных пороков. Для преодоления кривой обучения и достижения схожих интраоперационных показателей необходимо выполнить не менее 120 подобных вмешательств. На начальном этапе освоения данной методики большое значение может играть отбор пациентов.

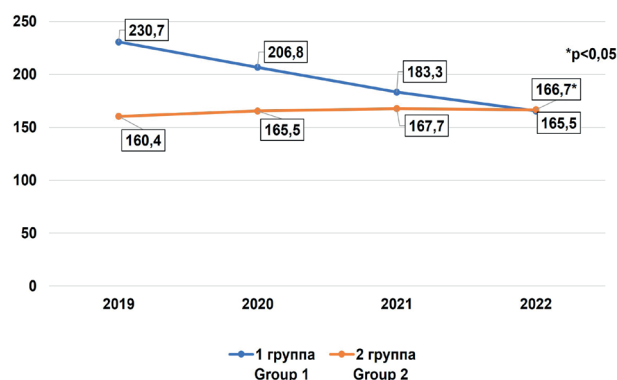


Рисунок 2. Продолжительность операции в группах сравнения в исследуемый период

Figure 2. Duration of surgery in both groups within the study period

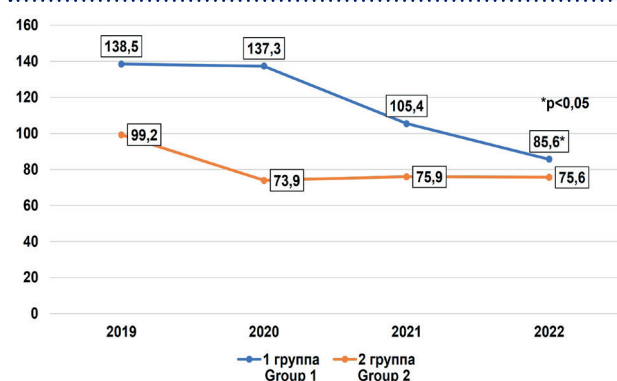


Рисунок 3. Продолжительность искусственного кровообращения в группах сравнения в исследуемый период

Figure 3. Duration of cardiopulmonary bypass in both groups within the study period

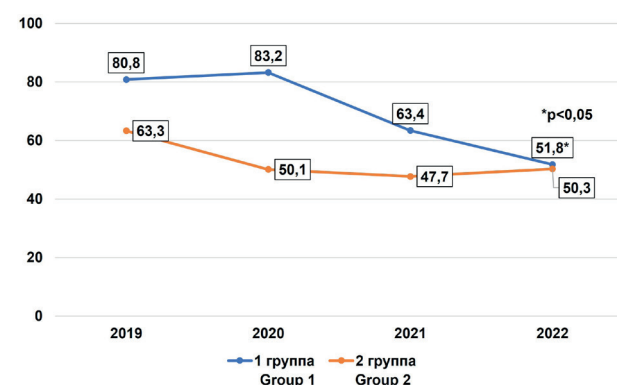


Рисунок 4. Продолжительность ишемии миокарда в группах сравнения в исследуемый период

Figure 4. Duration of myocardial ischemia in both groups within the study period

Финансирование

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России

Конфликт интересов

Базылев В.В. входит в состав редакционной коллегии журнала «Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия». Тунгусов Д.С. заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Базылев Владлен Владленович, д.м.н., профессор, главный врач ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Пенза, Пензенская обл., Российская Федерация; <http://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

Тунгусов Дмитрий Сергеевич, к.м.н., заместитель главного врача по хирургии ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, г. Пенза, Пензенская обл., Российская Федерация; <http://orcid.org/0000-0001-9272-7423>

Author Information Form

Bazylev Vladlen V., M.D., Ph.D., Professor, Medical Director of the Federal Center of Cardiovascular Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Penza, Penza region, Russian Federation; <http://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

Tungusov Dmitry S., M.D., Ph.D., Deputy Medical Director for Surgery, Federal Center of Cardiovascular Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Penza, Penza region, Russian Federation; <http://orcid.org/0000-0001-9272-7423>

Вклад авторов в статью

Концепция и дизайн исследования: БВВ, ТДС; Интерпретация данных: БВВ, ТДС; написание статьи: БВВ, ТДС; утверждение окончательной версии для публикации: БВВ, ТДС; полная ответственность за содержание: БВВ, ТДС.

Author Contribution Form

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

Список литературы / References

1. Van Praet KM, Stamm C, Sündermann SH, et al. Minimally Invasive Surgical Mitral Valve Repair: State of the Art Review [published correction appears in Interv Cardiol. 2018 May;13(2):99]. Interv Cardiol. 2018;13(1):14-19. doi:10.15420/icr.2017:30:1
2. Glauber M, Miceli A, Canarutto D, et al. Early and long-term outcomes of minimally invasive mitral valve surgery through right minithoracotomy: a 10-year experience in 1604 patients. J Cardiothorac Surg. 2015;10:181. doi:10.1186/s13019-015-0390-y
3. Cheng DC, Martin J, Lal A, et al. Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery: a meta-

- analysis and systematic review. Innovations (Phila). 2011;6(2):84-103. doi:10.1097/IML.0b013e3182167feb
4. Holzhey DM, Seeburger J, Misfeld M, Borger MA, Mohr FW. Learning minimally invasive mitral valve surgery: a cumulative sum sequential probability analysis of 3895 operations from a single high-volume center. Circulation. 2013;128(5):483-491. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.001402
5. Misfeld M, Borger M, Byrne JG, et al. Cross-sectional survey on minimally invasive mitral valve surgery. Ann Cardiothorac Surg. 2013;2(6):733-738. doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.11.11

Для цитирования: Базылев В.В., Тунгусов Д.С. Кривая обучения в миниинвазивной хирургии митрального клапана с тотальной 3D видеоэндоскопической визуализацией. Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2023;2(2):31-37.

To cite: Bazylev V.V., Tungusov D.S. Learning curve in minimally invasive mitral valve surgery with 3D video endoscopic visualization system. Minimally Invasive Cardiovascular Surgery. 2023;2(2):31-37.