

ISSN 2311-4495
ISSN 2410-5155 (Online)
УДК 616.127-005.8-089
<https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-5-444-452>

Экспериментальное обоснование расширенного доступа к межжелудочковой перегородке при хирургическом лечении гипертрофической кардиомиопатии

Я. А. Дьяченко, А. В. Гуршенков, А. Р. Горшева, В. С. Кучеренко, М. Л. Гордеев

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Дьяченко Яков Александрович,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Акkuratова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: surgeon.dyachenko@gmail.com

Резюме

Актуальность. В настоящее время отмечается рост числа зарегистрированных случаев гипертрофической кардиомиопатии, вероятно, обусловленный совершенствованием диагностической техники, методик обследования, а также увеличением общего количества пациентов. Золотым стандартом хирургического лечения остается открытая трансаортальная миозектомия, которая имеет ряд недостатков в виде ограниченной визуализации, в ряде случаев приводящей к невозможности выполнения радикальной резекции гипертрофированных мышц. Необходимость расширения объема резекции, улучшения качества визуализации, снижения частоты рецидивов заболеваний определяет актуальность разработки техники нового доступа к межжелудочковой перегородке. **Цель исследования.** Изучить возможности нового расширенного доступа к межжелудочковой перегородке с эффективным восстановлением аортального и митрального клапанов при хирургическом лечении гипертрофической кардиомиопатии в эксперименте. **Материалы и методы.** С марта 2017 г. по май 2023 г. на базе Центра доклинических и трансляционных исследований ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России было выполнено две серии экспериментов с целью исследования расширенного доступа к межжелудочковой перегородке с восстановлением аортального и митрального клапанов. **Результаты.** Разработанный расширенный доступ к межжелудочковой перегородке продемонстрировал свою эффективность на экспериментальных анатомических моделях. Подтверждена возможность эффективного восстановления комиссуры аортального клапана и передней створки митрального клапана после выполнения расширенного доступа без значимого влияния на планиметрию фиброзных колец и функцию данных клапанов. **Заключение.** Разработанный расширенный доступ позволяет улучшить визуализацию межжелудочковой перегородки у пациентов с узким фиброзным кольцом аортального клапана, средними и дистальными формами гипертрофической кардиомиопатии. Восстановление клапанного аппарата (митрального и аортального клапанов) при помощи нового доступа является возможным и эффективным.

Ключевые слова: митральный клапан, аортальный клапан, трансляционные исследования в биомедицине, гипертрофическая кардиомиопатия, реконструкция клапана, хирургия, септальная миозектомия

Для цитирования: Дьяченко Я.А., Гурщенко А.В., Горшева А.Р. и др. Экспериментальное обоснование расширенного доступа к межжелудочковой перегородке при хирургическом лечении гипертрофической кардиомиопатии. *Трансляционная медицина*. 2025;12(5):444-452. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-5-444-452>; <https://elibrary.ru/TEGFJR>

Experimental validation of extended access to the interventricular septum in the surgical treatment of hypertrophic cardiomyopathy

Yakov A. Dyachenko, Alexandr V. Gurshchenkov,
Anastasiya R. Gorsheva, Vladimir S. Kucherenko,
Mikhail L. Gordeev

Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia

Corresponding author:

Yakov A. Dyachenko,
Almazov National Medical Research Centre,
2 Akkuratova str., St. Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: surgeon.dyachenko@gmail.com

Abstract

Background. Currently, there has been an increase in the number of reported cases of hypertrophic cardiomyopathy, probably due to improvements in diagnostic techniques, examination methods, and an increase in the total number of patients. The gold standard for surgical treatment remains open transaortic myectomy, which has a number of disadvantages, such as limited visualization, in some cases leading to the inability to perform radical resection of hypertrophied muscles. The need to expand the scope of resection, improve the quality of visualization, and reduce the frequency of disease recurrence determines the relevance of developing a new technique for accessing the interventricular septum. **Objective.** To investigate the possibilities of new extended access to the interventricular septum with effective repair of the aortic and mitral valves in the surgical treatment of hypertrophic cardiomyopathy in an experimental setting. **Design and methods.** From March 2017 to May 2023, two series of experiments have been conducted at the Center for Preclinical and Translational Research of the Almazov National Medical Research Centre to investigate extended access to the interventricular septum with repair of the aortic and mitral valves. **Results.** The developed extended access to the interventricular septum demonstrated its effectiveness on experimental anatomic models. The possibility of effective repair of the aortic valve commissure and the anterior mitral valve leaflet after the extended access without a significant impact on the geometry of the fibrous annuli and the function of these valves has been proven. **Conclusion.** The developed extended access allows for improved visualization of the interventricular septum in patients with a narrow fibrous ring of the aortic valve, mid-ventricular and apical forms of hypertrophic cardiomyopathy. Restoration of the valve apparatus (mitral and aortic valves) using the new access is possible and effective. Based on the results of this study it seems promising to conduct preclinical studies (in vivo on animals). And in the future — implementation in clinical practice in certain groups of patients.

Keywords: mitral valve, aortic valve, translational biomedical research, hypertrophic cardiomyopathy, valve repair, cardiac surgery, septal myectomy

For citation: Dyachenko YaA, Gurshchenkov AV, Gorsheva AR, et al. Experimental validation of extended access to the interventricular septum in the treatment of hypertrophic cardiomyopathy. *Translational Medicine*. 2025;12(5):444-452. (In Russ.) <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-5-444-452>; <https://elibrary.ru/TEGFJR>

Список сокращений:

АК — аортальный клапан, АН — аортальная недостаточность, ГКМП — гипертрофическая кардиомиопатия, ЛЖ — левый желудочек, МЖП — межжелудочковая перегородка, МК — митральный клапан, МН — митральная недостаточность, ПСМК — передняя створка митрального клапана, ФК — фиброзное кольцо.

Введение

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) — одно из наиболее распространенных генетически обусловленных заболеваний сердца, которое, по данным визуализирующих методов исследования, характеризуется увеличением толщины миокарда левого желудочка (ЛЖ) ≥ 15 мм в одном или более сегментах после того, как будут исключены другие причины, приводящие к развитию гипертрофии ЛЖ [1]. По разным источникам, распространенность ГКМП составляет 0,2–0,5 % среди общей популяции взрослого населения [2–5].

С точки зрения хирургического лечения, интерес представляют пациенты с обструктивной формой данного заболевания, приводящей к тяжелой хронической сердечной недостаточности. Согласно рекомендациям Американского колледжа кардиологии (ACC)/Американской кардиологической ассоциации (АНА) от 2020 г., а также рекомендациям Европейского общества кардиологов (ESC) от 2014 г., открытая хирургическая септальная миоэктомия (операция Mогgow) является предпочтительным методом лечения для большинства пациентов при неэффективности консервативной терапии. Одну из серьезных проблем в хирургии ГКМП представляет ограниченная визуализация межжелудочковой перегородки (МЖП), которая расположена в глубине сердца. Данная проблема в ряде случаев приводит к неудовлетворительным результатам септальной миоэктомии и определяет потребность в расширенном доступе при хирургическом лечении ГКМП [6]. Такой доступ был разработан и описан в патенте «Способ хирургического лечения гипертрофической обструктивной кардиомиопатии» (№ 2608705, дата регистрации патента — 23.02.2017).

Цель исследования — изучить возможности нового расширенного доступа к межжелудочковой перегородке с эффективным восстановлением аортального и митрального клапанов при хирургическом лечении гипертрофической кардиомиопатии в эксперименте.

Материалы и методы

В качестве экспериментальных моделей использовались трупные свиные сердца, анатомия которых во

многом схожа с человеческим сердцем [7, 8]. Техника нового расширенного доступа заключалась в поперечной аортотомии с последующим продлением разреза к вершине комиссуры между некоронарной и левой коронарной створками аортального клапана (АК). Далее разрез продолжали через середину комиссуры с выходом на межстворчатый фиброзный треугольник и на середину передней створки митрального клапана (МК), рассекая ее пополам по направлению к свободно-му краю. Основным направлением этого исследования была оценка возможности эффективного восстановления рассеченных структур клапанов после выполнения основного этапа хирургического вмешательства.

Для достижения цели исследования было произведено две серии, каждая по 30 экспериментов. Первая из них проводилась для подтверждения возможности надежного восстановления передней створки митрального клапана (ПСМК). Вторая серия экспериментов выполнялась для оценки эффективности восстановления рассеченной комиссуры АК между левой коронарной и некоронарной створками.

Для проведения первой серии экспериментов изготавливались образцы митрально-левожелудочкового комплекса, выполнялась гидравлическая проба митрального клапана (МК) для оценки выраженности митральной недостаточности (МН) и производилось измерение фиброзного кольца (ФК) МК. В исследовании использовались комплексы с МН до 0–1 степени, диаметр ФК МК которых составлял 25–27 мм. Основным этапом эксперимента заключался в рассечении аорты по комиссуре между левой коронарной и некоронарной створками вниз по аортально-митральному соединению, затем по середине передней створки МК с полным ее рассечением. После выполнения септальной миоэктомии выполнялось восстановление поврежденных структур (полипропилен, нерассасывающаяся мононить 5/0, длина 75 см, колющая игла 16 мм 3/8). ПСМК ушивалась узловыми Z-образными швами вплоть до основания ПСМК, далее накладывался двухрядный шов (П-образный и обвивной) на зоны аортально-митрального контакта и аорты (рис. 1). Каждый образец снова тестировался на запирающую способность МК, также оценивался диаметр ФК митрального клапана после вмешательства.

Во второй серии экспериментов оценивался оптимальный способ восстановления рассеченной комиссуры АК. В этой серии использовались изолированные образцы корня аорты. Перед вмешательством выполнялась водная проба для оценки запирающей функции АК. Основной задачей являлось рассечение АК вдоль комиссуры между левой коронарной и некоронарной створками с последующим восстановлением ее целостности

и сохранением функциональной состоятельности АК (рис. 2). Каждый эксперимент включал в себя

этап контроля запирающей функции АК после завершения хирургической процедуры.

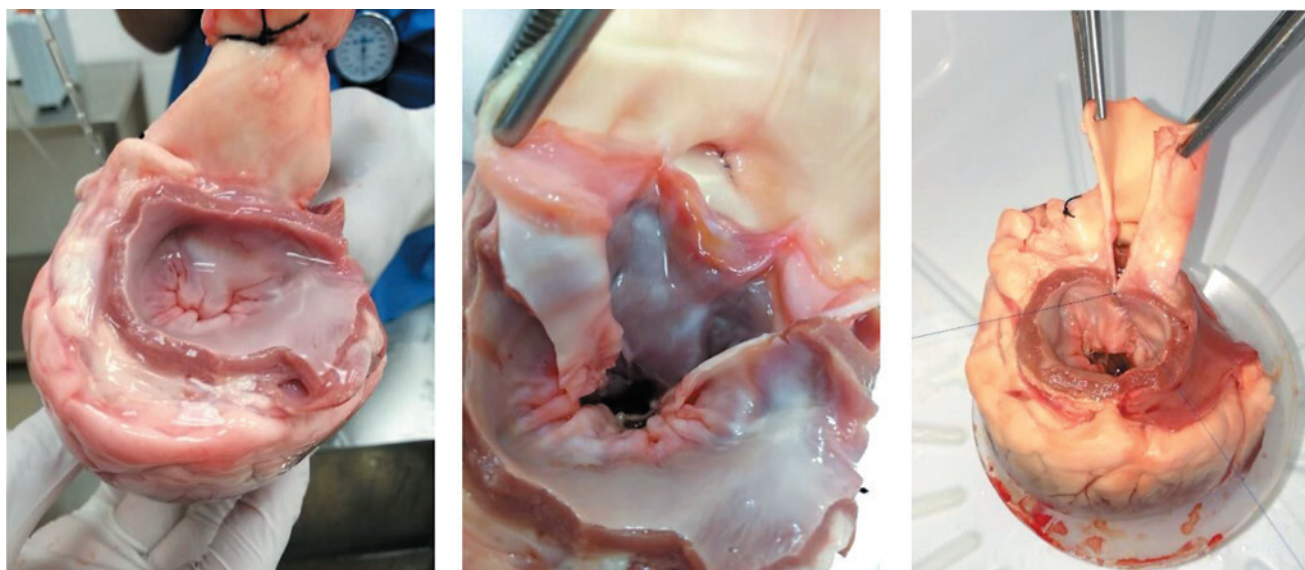


Рис. 1. Первая серия экспериментов

Примечания: А — препарат митрально-левожелудочкового комплекса; Б — рассечена аорта по комиссуре между левой коронарной и некоронарной створками и передней створкой митрального клапана; В — восстановление целостности передней створки митрального клапана.

Figure 1. First experimental series

Notes: A — mitral-left ventricular complex specimen; B — the aorta was incised along the commissure between the left coronary and non-coronary cusps, as well as the anterior mitral valve leaflet; C — restoration of the anterior mitral valve leaflet integrity.

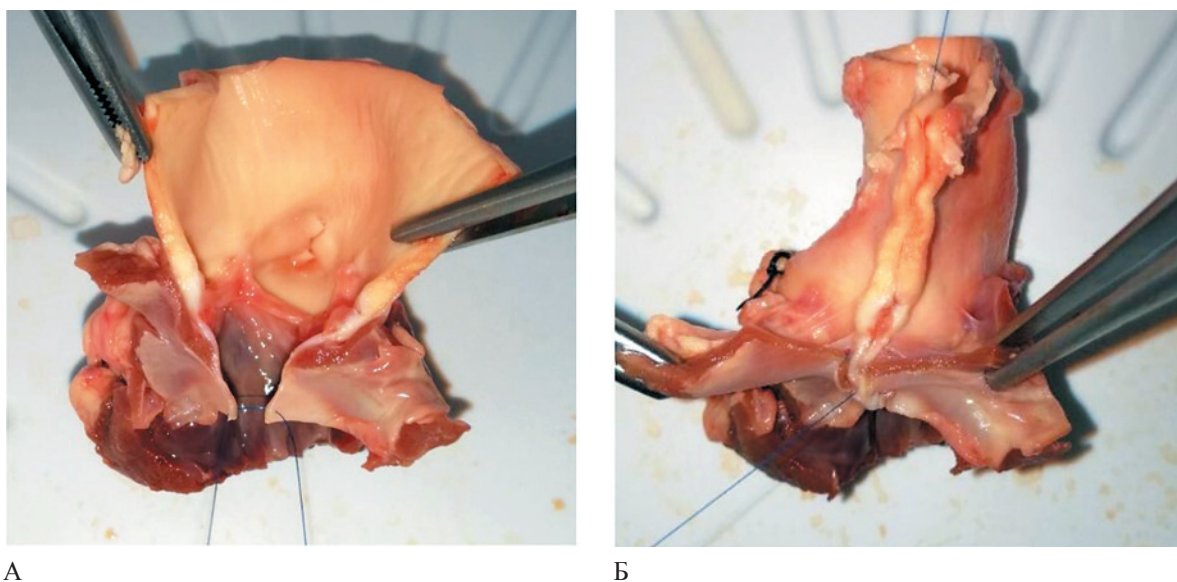


Рис. 2. Вторая серия экспериментов

Примечания: А — рассечены аорта и фиброзное кольцо аортального клапана; Б — восстановление корня аорты, 1-й ряд швов.

Figure 2. Second experimental series

Notes: A — the aorta and the aortic valve annulus were incised; B — aortic root restoration, first suture row.

Результаты исследования

По результатам первой серии экспериментов подтверждена возможность надежного восстановления функции МК после пластики его передней створки. Оптимальным вариантом пластики являлось наложение 5–7 Z-образных швов на ПСМК. При использовании данного метода возможно эффективное восстановление запирающей способности МК без деформации ПСМК (рис. 3). Максимальная недостаточность на МК до выполнения доступа определялась в 4 образцах до 0–1 степени (в 26 образцах МН не наблюдалась), после выполнения доступа: 8 образцов — 0–1 степень МН, 3 образца — 1 степень МН (в 19 образцах МН не наблюдалась).

Кроме исследования запирающей способности МК, выполнялось изменение диаметра ФК МК до и после проведения вмешательства. По результатам изменений статистически значимого уменьшения площади МК не определялось ($p > 0,05$) (рис. 4). Медиана площади МК до коррекции составила 5,31 (4,91; 5,72) см², после — 5,31 (4,52; 5,72) см².

Во второй серии экспериментов оценивался оптимальный способ восстановления рассеченной комиссуры АК. Выполнялось наложение шва в области аортально-митрального контакта, которое является потенциально одним из наиболее слабых мест при выполнении расширенного доступа к МЖП. Ниже представлен оптимальный вариант проведения нити при восстановлении комиссуры АК (рис. 5).

Максимальная недостаточность на АК до выполнения доступа определялась в 3 образцах до 0–1 степени (в 27 образцах АН не наблюдалась) после выполнения доступа: 5 образцов — 0–1 степень АН, 2 образца — 1 степень АН (в 23 образцах АН не наблюдалась). При прямом измерении диаметра ФК АК до (ФК 19 мм — 10 образцов, ФК 20 мм — 14 образцов, ФК 21 мм — 6 образцов) и после (ФК 18 мм — 1 образец, ФК 19 мм — 11 образцов, ФК 20 мм — 14 образцов, ФК 21 мм — 4 образца) выполнения доступа также не было выявлено его значимого уменьшения ($p > 0,05$) (рис. 6). Медиана площади АК до коррекции составила 3,14 (2,83; 3,46) см²; после коррекции — 3,14 (2,54; 3,46) см².

Обсуждение

Устранение обструкции выходного тракта ЛЖ является основной целью хирургического лечения ГКМП. Септальная миоэктомия обеспечивает более значимое и стойкое снижение градиента давления на уровне выходного отдела левого желудочка (ВОЛЖ), меньшую частоту рецидивов по сравнению с методикой спиртовой септальной аблации [9, 10]. Пациентам с типичной локализацией гипертрофированного миокарда (проксимальные отделы МЖП), с диаметром ФК АК более 21 мм рекомендовано выполнение септальной миоэктомии с использованием классического трансаортального доступа (рис. 7). Выбор данного доступа обусловлен

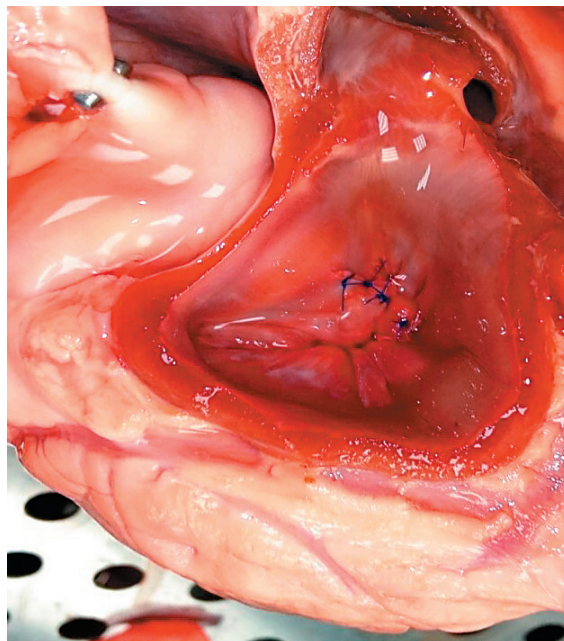


Рис. 3. Гидравлическая проба препарата первой серии эксперимента. Визуализируется полная коаптация створок, митральная регургитация отсутствует

Figure 3. Hydraulic testing of the specimen from the first experimental series. Complete leaflet coaptation is visualized, with no mitral regurgitation

меньшей травматизацией тканей, удовлетворительной визуализацией области МЖП, хорошими ранними и отдаленными послеоперационными результатами. Одной из серьезных проблем в хирургии ГКМП является ограниченная визуализация МЖП, которая расположена в глубине сердца, что в ряде случаев приводит к неудовлетворительным

результатам септальной миоэктомии. Таким образом, существует потребность в расширенном доступе при хирургическом лечении ГКМП [6].

Пациентам с нетипичными формами ГКМП (апикальные формы, среднежелудочковая обструкция ЛЖ, симметричная гипертрофия ЛЖ) в сочетании с узким ФК АК рекомендовано обсуждение

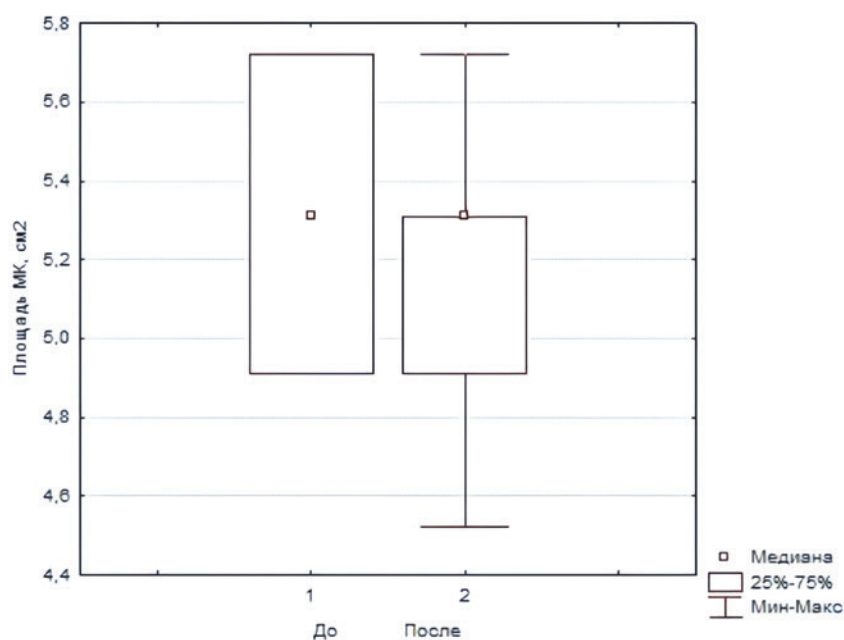


Рис. 4. Площадь митрального клапана до и после выполнения расширенного доступа к межжелудочковой перегородке

Figure 4. Mitral valve area before and after performing the extended approach to the interventricular septum

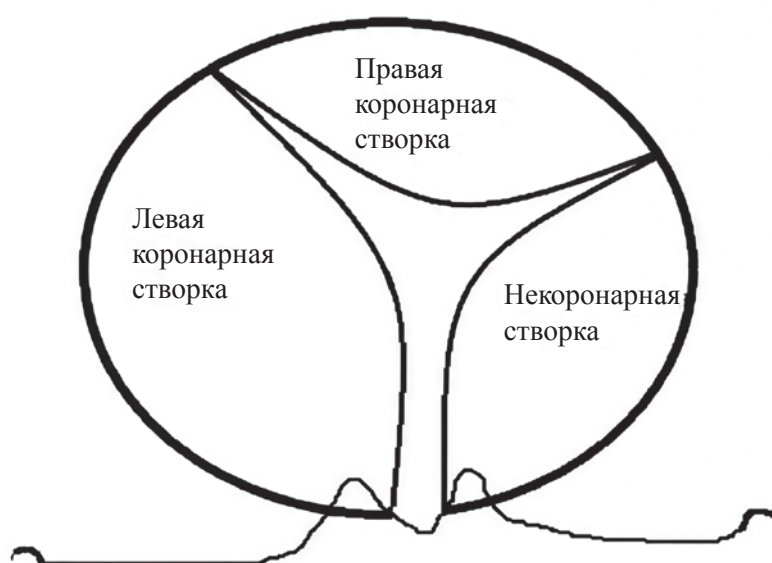


Рис. 5. Оптимальный вариант проведения нити при восстановлении комиссуры аортального клапана

Figure 5. Optimal suture placement technique for aortic valve commissure restoration

альтернативных доступов к гипертрофированному миокарду. Описанный в статье расширенный доступ к МЖП планируется рекомендовать в тех случаях, когда стандартный доступ не обеспечивает оптимальную визуализацию для выполнения радикальной миоэктомии (преимущественно пациентам с узким ФК АК и дистальными формами ГКМП). Предположить вероятность использования предложенного доступа возможно на этапе предоперационного обследования больного, которое включает эхокардиографию в сочетании с магнитно-резонансной томографией сердца. Вместе с тем, окончательное решение о его использовании у каждого конкретного пациента рекомендуется принимать интраоперационно.

По результатам экспериментального исследования доказана возможность эффективного восстановления рассекаемых структур аортального и митрального клапанов при выполнении доступа без значимого сужения фиброзных колец и нарушения функции данных клапанов. Методика подразумевает «пути отступления» на случай, если «что-то пошло не так». В связи с этим необходимо отметить, что из предложенного расширенного доступа возможно выполнение реконструктивных вмешательств на митральном клапане, если таковые необходимы. При неудачной реконструкции АК и МК всегда возможно их протезирование, в том числе с использованием расширяющей аортопластики. Нельзя забывать, что протезирование

МК является самостоятельным методом лечения подклапанной обструкции ВОЛЖ при ГКМП. Стоит также отметить, что при выполнении предложенного расширенного доступа к МЖП и самой септальной миоэктомии возможно повреждение проводящей системы сердца. Однако, учитывая особенности выполняемого исследования (в качестве материала использовались трупные свиные сердца), варианты аритмологических осложнений и их процентное соотношение на данный момент полностью не изучены и требуют детального изучения.

Согласно актуальным клиническим рекомендациям Американской ассоциации сердца/Американской коллегии кардиологии и Европейского общества кардиологов, хирургическое лечение изолированной среднежелудочковой обструкции при ГКМП является технически сложным, менее стандартизированным и должно выполняться только в экспертных центрах, обладающих опытом подобных вмешательств. В отличие от стандартной миоэктомии при обструкции выносящего тракта ЛЖ, методы лечения среднежелудочковой формы не столь универсальны и их отдаленные результаты продолжают изучаться [11, 12]. Новый расширенный доступ к МЖП может оказаться методом выбора в подобных ситуациях. Существование большего количества методик септальной миоэктомии с доказанной эффективностью дает свободу выбора того или иного метода для хирурга в соответствии с индивидуальными особенностями пациента, а также

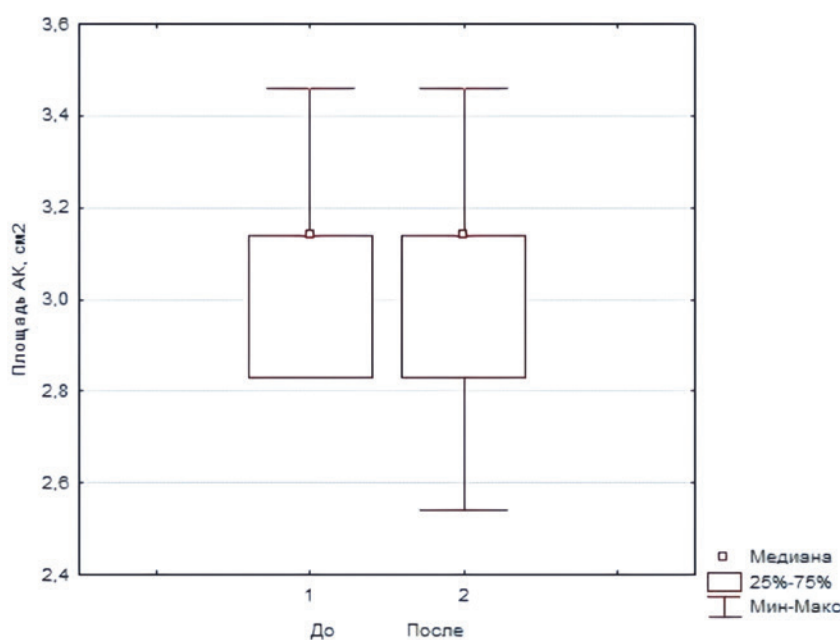


Рис. 6. Площадь аортального клапана до и после выполнения расширенного доступа к межжелудочковой перегородке

Figure 6. Aortic valve area before and after performing the extended approach to the interventricular septum

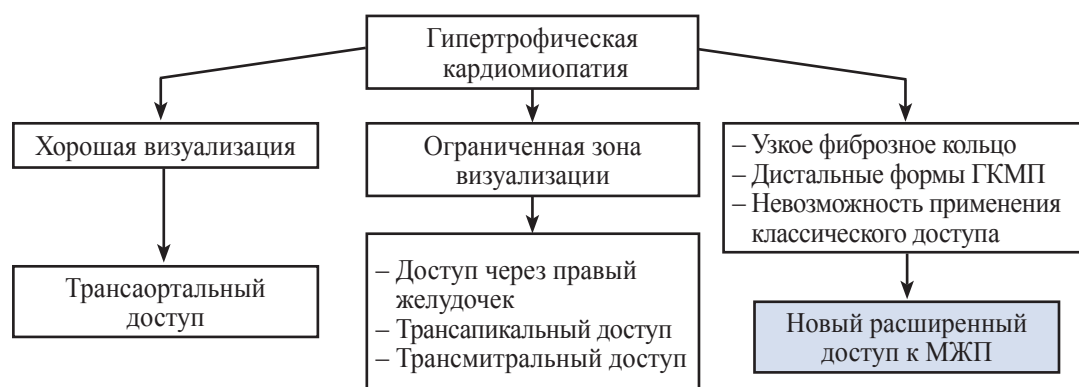


Рис. 7. Алгоритм выбора доступа при выполнении септальной миозектомии

Figure 7. Algorithm for access selection during septal myectomy

улучшает краткосрочные и отдаленные результаты лечения. Таким образом, при планировании техники операции необходим персонализированный подход к каждому пациенту, анализ клинической ситуации, а также учет возможностей хирургического стационара и опыта операционной бригады.

Заключение

Разработанный нами расширенный доступ к МЖП позволяет улучшить визуализацию последней у пациентов с узким ФК АК, средними и дистальными формами ГКМП. Восстановление клапанного аппарата (митрального и аортального клапанов) при выполнении нового доступа является возможным и эффективным. По результатам данной работы представляется перспективным проведение доклинических исследований (in vivo на животных), а в дальнейшем — внедрение в клиническую практику у определенных групп пациентов.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики / Compliance with ethical principles

Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Пациентами подписано информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований. / The study was approved by the Local Ethics Committee. All patients signed informed consent for publication of data from the studies.

Авторы заявляют об отсутствии использования генеративного искусственного интеллекта. / The authors declare no use of Generative AI in the preparation of this manuscript.

Список литературы / References

1. Soler R, Mendez C, Rodriguez E, et al. Phenotypes of hypertrophic cardiomyopathy. An illustrative review of MRI findings. *Insights Imaging*. 2018;9:1007–1020. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0656-8>
2. Semsarian C, Ingles J, Maron MS, Maron BJ. New perspectives on the prevalence of hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015;65(12):1249–1254. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.01.019>
3. Weng Z, Yao J, Chan RH, et al. Prognosis of patients with hypertrophic cardiomyopathy in China: a multicenter, prospective, observational study *J Am Coll Cardiol*. 2022;80(13):1253–1265. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.07.011>
4. Teramoto K, Horie T, Yamada T, et al. Prevalence and clinical features of hypertrophic cardiomyopathy in the Japanese population: results from the HJC-CMR study. *JAMA Network Open*. 2023;6(10):e2338662. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.38662>
5. Zou Y, Song L, Wang Z, et al. Prevalence of idiopathic hypertrophic cardiomyopathy in China: A population-based echocardiographic analysis of 8080 adults. *Am J Med*. 2004;116:14–18. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2003.05.003>
6. Hang D, Nguyen A, Schaff HV. Surgical treatment for hypertrophic cardiomyopathy: a historical perspective. *Ann Cardiothorac Surg*. 2017;6:318–328. <https://doi.org/10.21037/acs.2017.07.06>
7. Lelovas PP, Kostomitsopoulos NG, Xanthos TT. A comparative anatomic and physiologic overview of the porcine heart. *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2014;53:432–438. <https://doi.org/10.1177/0023677214538236>
8. Milani-Nejad N, Janssen PM. Small and large animal models in cardiac contraction research: advantages and disadvantages. *Pharmacol Ther*. 2014;141:235–249. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2013.10.007>
9. Liebrechts M, Vriesendorp P, ten Berg JM. Alcohol septal ablation for obstructive hypertrophic cardiomyopathy a word of endorsement. *Journal of the American College of Cardiology*.

2017;70(4):481–488. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.02.080>

10. Vriesendorp PA, Liebrechts M, Steggerda RC, et al. Long-term outcomes after medical and invasive treatment in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *JACC Heart Fail.* 2014;2:630–636. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2014.06.012>

11. Ommen SR, Mital S, Burke MA, et al. 2020 AHA/ACC Guideline for the diagnosis and treatment of patients with hypertrophic cardiomyopathy: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(25):3022–3055. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.08.044>

12. Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, et al. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2014;35(39):2733–2779. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu284>

Информация об авторах:

Дьяченко Яков Александрович — врач отделения сердечно-сосудистой хирургии № 3, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, surgeon.dyachenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2777-8739>;

Гуршченков Александр Викторович — кандидат медицинских наук, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 1, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, gurshchenkov_av@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8494-0646>;

Горшева Анастасия Руслановна — студент, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, nastya.gorsheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9437-9127>;

Кучеренко Владимир Сергеевич — доктор медицинских наук, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 3, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, kucherenko_vs@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5493-5205>;

Гордеев Михаил Леонидович — доктор медицинских наук, профессор, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 1, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, mlgordeev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5362-3226>.

Вклад авторов:

Дьяченко Я. А. — разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание рукописи; Гуршченков А. В. — разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация полученных данных; Горшева А. Р. — анализ и интерпретация полученных данных, написание рукописи; Кучеренко В. С. — анализ и интерпретация полученных данных, написание рукописи; Гордеев М. Л. — разработка концепции и дизайна исследования, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Authors information:

Yakov A. Dyachenko, MD, cardiovascular surgery office No. 3, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia, surgeon.dyachenko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2777-8739>;

Alexandr V. Gurshchenkov, MD, PhD, cardiovascular surgery office No. 1, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia, gurshchenkov_av@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8494-0646>;

Anastasiya R. Gorsheva, student, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia, nastya.gorsheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9437-9127>;

Vladimir S. Kucherenko, MD, PhD, DSc cardiovascular surgery office No. 3, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia, kucherenko_vs@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5493-5205>;

Mikhail L. Gordeev, MD, PhD, DSc, Professor cardiovascular surgery office No. 1, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia, mlgordeev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5362-3226>.

Contribution of the authors:

Dyachenko Ya. A. — conceptualization, investigation, data curation, writing original draft; Gurshchenkov A. V. — conceptualization, investigation, data curation; Gorsheva A. R. — investigation, data curation, writing original draft; Kucherenko V. S. — investigation, data curation, writing original draft; Gordeev M. L. — conceptualization, supervision, writing, review, editing, project administration.

Поступила в редакцию / Received: 23.11.2024

Принята к публикации / Revised: 18.11.2025
