Анестезиология и реаниматология
2024, №6, с. 30–37
https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202406130

Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology
2024, No. 6, pp. 30–37
https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202406130

Индекс массы миокарда левого желудочка как предиктор спонтанного восстановления ритма после кардиоплегии у пациентов с обструктивной формой гипертрофической кардиомиопатии

© Б.А. АКСЕЛЬРОД[1], О.С. КУЛИНЧЕНКО[1], Т.Г. НИКИТЮК[1], А.В. ЛЫСЕНКО[1], Г.И. САЛАГАЕВ[1], Н.В. МЕНЬШИХ[1], Ю.В. БЕЛОВ[1, 2]

[1]ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского» Минобрнауки России, Москва, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Оценить индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) в качестве предиктора восстановления сердечной деятельности после снятия зажима с аорты во время операции септальной миоэктомии у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией.

Материал и методы. В ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» ретроспективно проанализированы данные 196 пациентов, которым выполняли септальную миоэктомию в 2018—2023 гг. Критериями исключения были возраст менее 18 лет, повторное оперативное кардиохирургическое вмешательство, фракция выброса левого желудочка (ЛЖ) <30%, конечный диастолический объем ЛЖ ≥250 мл. Для анализа использовали следующие первичные точки: спонтанное восстановление ритма (ВР), применение электроимпульсной терапии при возникновении фибрилляции желудочков (ФЖ) в постперфузионном периоде, нарушения ритма в послеоперационном периоде, острая сердечная недостаточность. Для проведения сравнительного анализа периоперационных параметров пациенты разделены на две группы по способу восстановления ритма: «спонтанное ВР» (n=90) и «реперфузионная ФЖ» (n=106).

Результаты. Значения массы миокарда ЛЖ и ИММЛЖ имели высокую вариабельность. Минимальное время ишемии миокарда составило 23 мин, максимальное — 172 мин. Ни одному пациенту не потребовалась длительная инотропная и механическая поддержка. При сравнительном анализе между группами способа восстановления ритма («спонтанное ВР», «реперфузионная ФЖ») после снятия зажима с аорты выявлены статистически значимые различия исключительно по значению ИММЛЖ (p=0,022). Площадь под ROC-кривой для показателя ИММЛЖ составила 0,595±0,041 (95% ДИ 0,515—0,675). Полученная модель была статистически значимой (p=0,022). Пороговое значение ИММЛЖ в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 173.

Заключение. Наряду с иными интраоперационными факторами значение индекса массы миокарда левого желудочка может быть предиктором спонтанного восстановления ритма после кардиоплегии у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией. Пороговое значение индекса массы миокарда левого желудочка, при котором существенно уменьшались шансы на спонтанное восстановление ритма после снятия зажима с аорты, составило 173.

Ключевые слова: *гипертрофическая кардиомиопатия, септальная миоэктомия, индекс массы миокарда левого желудочка, ИММЛЖ, реперфузионная фибрилляция желудочков.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Аксельрод Б.А. — https://orcid.org/0000-0002-4434-3123
Кулинченко О.С. — https://orcid.org/0000-0001-6328-4301
Никитюк Т.Г. — https://orcid.org/0000-0003-4192-7366
Лысенко А.В. — https://orcid.org/0000-0002-8394-4116
Салагаев Г.И. — https://orcid.org/0000-0002-7210-8366
Меньших Н.В. — https://orcid.org/0000-0001-7597-6057
Белов Ю.В. — https://orcid.org/0000-0002-9280-8845
Автор, ответственный за переписку: Кулинченко О.С. — e-mail: kulinchencko.olya@yandex.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Аксельрод Б.А., Кулинченко О.С., Никитюк Т.Г., Лысенко А.В., Салагаев Г.И., Меньших Н.В., Белов Ю.В. Индекс массы миокарда левого желудочка как предиктор спонтанного восстановления ритма после кардиоплегии у пациентов с обструктивной формой гипертрофической кардиомиопатии. *Анестезиология и реаниматология*. 2024;6:30–37. https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202406130

Left ventricular myocardial mass index as a predictor of spontaneous rhythm recovery after cardioplegia in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy

© B.A. AKSELROD[1], O.S. KULINCHENKO[1], T.G. NIKITYUK[1], A.V. LYSENKO[1], G.I. SALAGAEV[1], N.V. MENSHIKH[1], YU.V. BELOV[1, 2]

[1]Petrovsky National Research Center of Surgery, Moscow, Russia;
[2]Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective. To evaluate left ventricular myocardial mass index (LVMI) as a predictor of cardiac rhythm recovery after removal of aortic clamp during septal myectomy surgery in patients with hypertrophic cardiomyopathy.

Material and methods. We retrospectively analyzed 196 patients who underwent septal myectomy in 2018—2023. Exclusion criteria: age <18 years, redo cardiac surgery, LV ejection fraction <30%, LV end-diastolic volume ≥250 ml. We used the following primary endpoints: spontaneous rhythm recovery, defibrillation in post-perfusion period, postoperative rhythm disturbances, acute heart failure. For analysis of perioperative parameters, we divided patients into two groups: spontaneous rhythm recovery (*n*=90) and reperfusion VF (*n*=106).

Results. LVMI had high variability. Minimum aortic cross-clamping time was 23 min, maximum — 172 min. None patient required long-term inotropic and mechanical support. When comparing rhythm recovery, we found significant differences in LVMI (*p*=0.022). AUC exclusively for LVMI was 0.595±0.041 (95% CI 0.515—0.675). This model was significant (*p*=0.022). Cut-off LVMI corresponding to the highest Yuden index was 173.

Conclusion. Along with other intraoperative factors, LVMI may be a predictor of spontaneous rhythm recovery after cardioplegia in patients with hypertrophic cardiomyopathy. The probability of spontaneous rhythm recovery was significantly lower in patients with LVMI >173.

Keywords: *hypertrophic cardiomyopathy, septal myectomy, left ventricular myocardial mass index, LVMI, reperfusion ventricular fibrillation.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Akselrod B.A. — https://orcid.org/0000-0002-4434-3123
Kulinchenko O.S. — https://orcid.org/0000-0001-6328-4301
Nikityuk T.G. — https://orcid.org/0000-0003-4192-7366
Lysenko A.V. — https://orcid.org/0000-0002-8394-4116
Salagaev G.I. — https://orcid.org/0000-0002-7210-8366
Menshikh N.V. — https://orcid.org/0000-0001-7597-6057
Belov Yu.V. — https://orcid.org/0000-0002-9280-8845
Corresponding author: Kulinchenko O.S. — e-mail: kulinchencko.olya@yandex.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Akselrod BA, Kulinchenko OS, Nikityuk TG, Lysenko AV, Salagaev GI, Menshikh NV, Belov YuV. Left ventricular myocardial mass index as a predictor of spontaneous rhythm recovery after cardioplegia in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2024;6:30–37. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202406130

Введение

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) — генетически обусловленное заболевание, при котором имеет место необъяснимая, часто асимметричная гипертрофия межжелудочковой перегородки (МЖП) и других отделов левого (ЛЖ) и правого (ПЖ) желудочков. Эта патология сопровождается фиброзом разной степени выраженности, а также беспорядочным расположением кардиомиоцитов и коллагеновых волокон [1]. Основным опасным осложнением этого заболевания является высокий риск внезапной сердечной смерти из-за возникновения жизнеугрожающих тахиаритмий. Более чем у 50% пациентов с симптомами ГКМП имеется обструкция выходного тракта ЛЖ. Хирургическое устранение обструкции у симптомных и тяжелых пациентов снижает отдаленную смертность и частоту внезапной сердечной смерти [2].

Предоперационное обследование всех кардиохирургических пациентов включает проведение эхокардиографии (ЭхоКГ). Показателями, отражающим тяжесть гипертрофии миокарда у пациентов с ГКМП, являются толщина стенок ЛЖ, толщина МЖП, масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ) [3]. В клинической практике рекомендованы для объективности индексированные показатели ЭхоКГ, в том числе индекс массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ). Прогностическая ценность ИММЛЖ у разных категорий пациентов на данный момент обсуждается. Y. Choi и соавт. изучали прогноз выживаемости у пациентов с аномальной геометрией ЛЖ без ишемической болезни сердца (ИБС) и с ИБС без поражения коронарных артерий. Аномальная геометрия ЛЖ предвещает худший прогноз и является независимым предиктором смертности от всех причин (скорректированный коэффициент риска 1,64; 95% доверительный интервал (ДИ) 1,04—2,58; *p*=0,034). Геометрию ЛЖ считали аномальной при ИММЛЖ >95 г/м^2 у женщин и >115 г/м^2 у мужчин [4, 5].

В исследовании C.L. Lin и соавт. рассматривалась группа пациентов, которым выполняли аортокоронарное шунтирование (АКШ), для оценки почечных исходов и смертности использовали ИММЛЖ. Пациенты с тяже-

лой гипертрофией ЛЖ с большей частотой нуждались в гемодиализе после операции АКШ (62,5% и 33,4% соответственно, $p<0,05$) [6].

Во время кардиохирургических операций после снятия зажима с аорты и пуска кровотока по коронарным артериям возобновление сердечной деятельности происходит путем спонтанного восстановления ритма (ВР) или через фибрилляцию желудочков (ФЖ). Некоторые авторы считают, что предоперационные предикторы реперфузионной ФЖ и ее послеоперационные исходы охарактеризованы недостаточно хорошо. Проведенный анализ 1024 пациентов показал, что реперфузионная ФЖ увеличивала риск сердечно-сосудистой смерти в стационаре ($p=0,03$) и заместительной почечной терапии в послеоперационном периоде ($p=0,022$). Факторами риска возникновения реперфузионной ФЖ были масса тела >55 кг, фракция выброса ЛЖ до операции <50%, перенесенный инсульт, артериальная гипертензия, протезирование аортального клапана, применение НТК-раствора (гистидин-триптофан-кетоглутарат) и ⩾3 шунтов при АКШ [7].

Вероятно, упомянутые выше исследования говорят о том, что помимо иных предикторов высокий ИММЛЖ также ассоциирован с реперфузионной ФЖ, что может осложниться почечной недостаточностью и усугублением повреждения миокарда в послеоперационном периоде.

Гипертрофическая кардиомиопатия представляет особый вариант гипертрофии миокарда, отличный от компенсаторной гипертрофии (например, при клапанной патологии). У таких пациентов исходно повышен риск внезапной сердечной смерти из-за вероятности возникновения жизнеугрожающих аритмий, которые связаны с особенностями морфологического строения кардиомиоцитов и наличием аритмогенного субстрата. Вследствие этого, возможно, у такой группы пациентов повышен риск нарушений ритма в послеоперационном периоде и снижена вероятность спонтанного ВР во время септальной миоэктомии после снятия зажима с аорты.

Цель исследования — оценить индекс массы миокарда левого желудочка в качестве предиктора восстановления сердечной деятельности после снятия зажима с аорты во время операции септальной миоэктомии у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией.

Материал и методы

В ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» ретроспективно проанализированы данные 196 пациентов, которым выполняли септальную миоэктомию в 2018—2023 гг., что являлось критерием включения в исследование. *Критерии исключения:* возраст менее 18 лет, повторное оперативное кардиохирургическое вмешательство, фракция выброса (ФВ) ЛЖ <30%, конечный диастолический объем (КДО) ЛЖ ⩾250 мл. У 19 (9,7%) пациентов в анамнезе отмечалась пароксизмальная форма фибрилляции предсердий (ФП), у 18 (9,2%) — ИБС.

Для анализа использовались следующие первичные точки: спонтанное ВР, применение электроимпульсной терапии (ЭИТ) при возникновении ФЖ в постперфузионном периоде, нарушения ритма в послеоперационном периоде, острая сердечная недостаточность. Для проведения сравнительного анализа периоперационных параметров пациенты разделены на две группы в зависимости от способа ВР: «спонтанное ВР» и «реперфузионная ФЖ».

Предоперационное эхокардиографическое исследование. В нашем центре применяется ультразвуковая диагностическая система для двухмерной ультразвуковой кардиоваскулярной диагностики экспертного класса GE Healthcare Vivid E90 (GE Healthcare, США). Для подсчета ММЛЖ и ИММЛЖ использовали данные трансторакальной ЭхоКГ. Метод расчета ММЛЖ основан на линейных измерениях, полученных в М-режиме, и на использовании следующей формулы «площадь-длина»:

$$ММЛЖ=0,8\cdot1,04\cdot[(МЖП_д+КДР+ТЗСЛЖ_д)^3-КДР^3]+0,6.$$

Для индексирования данного показателя (ИММЛЖ) мы использовали площадь поверхности тела в м^2.

Анестезиологическое обеспечение операции и искусственное кровообращение. Выполняли общую комбинированную анестезию. Для вводной анестезии применяли комбинацию следующих препаратов: мидазолам (0,02—0,03 мг на 1 кг массы тела), пропофол (2—4 мг на 1 кг массы тела), фентанил (2,5 мкг на 1 кг массы тела), ардуан (0,1 мг на 1 кг массы тела). Для поддержания анестезии использовали комбинацию ингаляции севофлурана (1—2 об.%, газопоток 1—2 л/мин), инфузии пропофола (4 мг на 1 кг массы тела в час), инфузии фентанила в дозе 2—3 мкг на 1 кг массы тела в час. Интраоперационный мониторинг включал: гемодинамический мониторинг (инвазивное артериальное давление, частота сердечных сокращений, центральное венозное давление), пульсоксиметрию, капнографию, измерение носоглоточной температуры, анализ кислотно-основного состояния крови.

Искусственное кровообращение осуществляли аппаратом Stockert (LivaNova Deutschland GmbH, Германия) с объемной скоростью перфузии, рассчитанной по формуле:

Объемная скорость перфузии =
2,5 л/мин·м^2 (площадь поверхности тела)

Контроль адекватности перфузии осуществляли с помощью анализа кислотно-основного состояния крови каждые 30 мин. В качестве защиты миокарда использовали следующие методы: тепловая кровяная кардиоплегия по Калафиоре, фармакохолодовая кристаллоидная кардиоплегия НТК-раствором «Кустодиол», холодовая кровяная кардиоплегия по Дель Нидо. После наложения зажима на аорту кардиоплегические растворы подавали в коронарное русло с учетом рекомендуемого дозирования антеградным способом селективно или неселективно с соблюдением рекомендуемого температурного режима относительно каждого раствора. При выборе кардиоплегического раствора руководствовались предполагаемым временем ишемии миокарда с учетом вероятности сочетанного вмешательства.

Статистическая обработка данных. Статистический анализ проводили с использованием программы SPSS Statistics v. 27.0 (SPSS Inc., США). Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова—Смирнова. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q_1—Q_3). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью *U*-критерия Манна—Уитни. Направление и тесноту корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивали с помощью

коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального). Прогностическую модель, характеризующую зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывали с помощью метода линейной регрессии. Построение прогностической модели вероятности определенного исхода выполняли с помощью метода логистической регрессии. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода применяли метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определяли по наивысшему значению индекса Юдена.

Описательная статистика исследуемых пациентов. В **табл. 1** приведены демографические и антропометрические показатели. Все больные имели обструктивную форму ГКМП и показания к хирургическому вмешательству.

В предоперационных данных ЭхоКГ значения ММЛЖ и ИММЛЖ имели высокую вариабельность **(табл. 2)**.

Всем больным проведена септальная миоэктомия. Дополнительно у 59 (30,1%) пациентов выполнена коррекция митрального клапана (пластика или протезирование), у 9 (4,6%) — АКШ (1—2 анастомоза), у 6 (3,1%) — коррекция порока аортального клапана. Из всей выборки кардиоплегический раствор по Калафиоре использовали у 119 (60,7%; 95% ДИ 53,5—67,6%) пациентов, НТК-раствор «Кустодиол» — у 26 (13,3%; 95% ДИ 8,9—18,8%) пациентов, по Дель Нидо — у 51 (26%; 95% ДИ 19,7—32,4%) пациента. Минимальное время ишемии миокарда составило 23 мин, максимальное — 172 мин **(табл. 3)**.

Результаты

Группы («спонтанное ВР», n=90, «реперфузионная ФЖ», n=106) были сопоставимы и не различались по антропометрическим и демографическим показателям **(табл. 4)**.

При сравнении выявили статистически значимые различия значений ИММЛЖ (p=0,022) **(рис. 1)**. При оценке корреляционной связи в группе «реперфузионная ФЖ» показателя «ИММЛЖ, г/м²» и показателя «количество процедур ЭИТ» установили прямую связь слабой тесноты (p=0,003).

По результатам интраоперационной чреспищеводной ЭхоКГ, ни у одного пациента не было выраженного нарушения сократимости по сравнению с исходными данными **(табл. 5)**.

Таблица 1. **Описательная статистика демографических и антропометрических показателей**
Table 1. **Demographic and anthropometric data**

Показатель	Me	Q_1—Q_2	min	max
Возраст, годы	56,00	45,75—64,00	19,00	77,00
Рост, см	170	162—178	143	193
Масса тела, кг	82	72—96	45	166
ИМТ, кг/м²	29	26—32	18	58

Примечание. ИМТ — индекс массы тела.

Таблица 2. **Предоперационные данные эхокардиографии**
Table 2. **Preoperative echocardiography data**

Показатель	Me	Q_1—Q_2	min	max
ФВ ЛЖ, %	65	61—68	36	80
КДО ЛЖ, мл	110	92—135	59	230
МЖП, мм	20	18—22	13	42
ИММЛЖ г/м2	180,00	155,00—228,50	103,00	508,00
ММЛЖ, г	361	293—430	150	950

Примечание. ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка; КДО ЛЖ — конечный диастолический объем левого желудочка; МЖП — межжелудочковая перегородка; ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; ММЛЖ — масса миокарда левого желудочка.

Таблица 3. **Интраоперационные данные**
Table 3. **Intraoperative data**

Показатель	Me	Q_1—Q_2	min	max
Длительность анестезии, мин	210	173—251	145	495
Длительность операции, мин	180	151—223	105	431
Длительность искусственного кровообращения, мин	61,00	50,00—95,00	32,00	224,00
Длительность ишемии миокарда, мин	42,50	35,00—71,25	23,00	172,00
Кровопотеря, мл	550	500—700	400	1700

Таблица 4. **Антропометрические и демографические данные при сравнении групп**
Table 4. **Comparison of anthropometric and demographic data**

Показатель	Группа «спонтанное ВР» (*n*=90)	Группа «реперфузионная ФЖ» (*n*=106)	*p*
Возраст, годы	57,50 [46,00; 67,00]	56,00 [45,25; 63,75]	0,140
Рост, см	169,58±9,93	169,97±10,18	0,785
ИМТ, кг/м²	29,41 [26,53; 32,69]	28,77 [25,93; 31,60]	0,248
Пол, *n* (%)			0,626
М	49 (54,4)	55 (51,9)	
Ж	41 (45,6)	51 (48,1)	

Примечание. Данные представлены в виде Me [IQR], *M*±*SD*, *n* (%). ИМТ — индекс массы тела.

Таблица 5. **Предоперационные и интраоперационные данные эхокардиографии**
Table 5. **Preoperative and intraoperative echocardiography data**

Показатель	Группа «спонтанное ВР» (*n*=90)	Группа «реперфузионная ФЖ» (*n*=106)	*p*
ИММЛЖ, г/м²	172,00 [146,25; 210,00]	185,00 [162,25; 241,50]	0,022*
ФВ ЛЖ до операции, %	64,00 [60,00; 67,00]	65,00 [62,00; 68,00]	0,062
ФВ ЛЖ в конце операции, %	62,00 [60,00; 65,00]	63,00 [60,00; 66,00]	0,092
КДО ЛЖ до операции, мл	87,50 [71,25; 105,25]	90,00 [74,00; 111,00]	0,416
КДО ЛЖ в конце операции, мл	90,00 [78,00; 109,75]	95,00 [80,00; 112,00]	0,280

Примечание. Данные представлены в виде Me [IQR]. ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка; КДО ЛЖ — конечный диастолический объем левого желудочка.

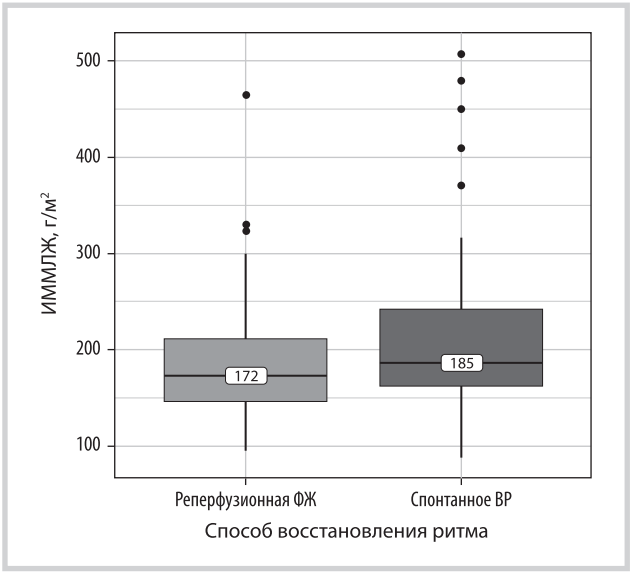

Рис. 1. **Зависимость способа восстановления ритма от показателя индекса массы миокарда левого желудочка.**
ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; ФЖ — фибрилляция желудочков; ВР — восстановление ритма.

Fig. 1. **Correlation between rhythm recovery and LVMI.**

В **табл. 6** представлены основные интраоперацинные характеристики, которые не различались между двумя группами, кроме частоты применения НТК-раствора «Кустодиол» в группе «реперфузионная ФЖ».

Все пациенты выписаны из стационара после хирургического лечения с улучшением. Данные, характеризующие послеоперационный период, представлены в **табл. 7**. Сердечную недостаточность расценивали как потребность в инфузии допамина/добутрекса >3 мкг на 1 кг массы тела в минуту. Сосудистую недостаточность определяли как потребность в инфузии норадреналина >100 нг на 1 кг массы тела в минуту.

Разработана прогностическая модель для поиска предикторов восстановления ритма методом бинарной логистической регрессии **(табл. 8)**. Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$$P=1/(1+e^{-z})\cdot 100\%,$$

где $z=-0,014+0,768X_{\text{Дель Нидо}}-1,273X_{\text{НТК}}+0,491X_{\text{Калафиоре}}-0,006X_{\text{ИММЛЖ г/м}^2}-1,595X_{\text{ВЭ}}+0,016X_{\text{ИМ}}$; P — вероятность спонтанного восстановления ритма.

Полученная регрессионная модель является статистически значимой (p<0,001). Площадь под ROC-кривой составила 0,726±0,037; 95% ДИ 0,654—0,798 (p<0,001) **(рис. 2)**. Чувствительность и специфичность модели составили 61% и 63,3% соответственно.

При построении ROC-кривой исключительно для показателя ИММЛЖ площадь составила 0,595±0,041; 95% ДИ 0,515—0,675. Полученная модель статистически значима (p=0,022). Пороговое значение ИММЛЖ в точке cut-off, которому соответствует наивысшее значение индекса Юдена, составило 173. Чувствительность и специфичность модели составили 51,1% и 65,1% соответственно.

При анализе показателя «ИММЛЖ г/м²» в зависимости от показателя «нарушения ритма» не удалось установить статистически значимых различий (p=0,505). В послеоперационном периоде наблюдались следующие нарушения ритма: блокада левой ножки пучка Гиса — у 43 (22,1%) пациентов, пароксизм ФП — у 12 (6,1%), синусовая брадикардия с показаниями к электрокардиостимуляции — у 17 (8,7%), между группами различий не было **(табл. 9).**

Таблица 6. **Результаты сравнения интраоперационных данных**
Table 6. **Comparison of intraoperative data**

Показатель	Группа «спонтанное ВР» (*n*=90)	Группа «реперфузионная ФЖ» (*n*=106)	*p*
Длительность анестезии, мин	214,00 [173,00; 250,75]	201,50 [173,25; 250,25]	0,443
Длительность операции, мин	190,00 [154,00; 228,00]	175,00 [150,00; 220,00]	0,232
Длительность ИК, мин	64,50 [52,00; 101,25]	57,00 [49,00; 94,50]	0,206
Длительность ишемии миокарда, мин	44,50 [37,25; 74,75]	39,50 [34,00; 67,00]	0,076
СМЭ, *n* (%)	90 (100,0)	106 (100,0)	–
ПАК, *n* (%)	5 (5,6)	1 (0,9)	0,096
ПМК/плМК, *n* (%)	30 (33,3)	29 (27,4)	0,363
АКШ/МКШ, *n* (%)	5 (5,6)	4 (3,8)	0,735
КП Калафиоре, *n* (%)	55 (61,1)	64 (60,4)	0,917
НТК-раствор «Кустодиол», *n* (%)	7 (7,8)	19 (17,9)	0,037*
КП Дель Нидо, *n* (%)	28 (31,0)	23 (21,7)	0,215
Кровопотеря, мл	600,00 [500,00; 687,50]	500,00 [500,00; 700,00]	0,567

Примечание. Данные представлены в виде Me [IQR], *n* (%). ИК — искусственное кровообращение; КП — кардиоплегический раствор; СМЭ — септальная миоэктомия; ПАК — протезирование аортального клапана; ПМК — протезирование митрального клапана; плМК — пластика митрального клапана; АКШ — аортокоронарное шунтирование; МКШ — маммарокоронарное шунтирование.

Таблица 7. **Результаты сравнения данных в послеоперационном периоде**
Table 7. **Comparison of postoperative data**

Показатель	Группа «спонтанное ВР» (*n*=90)	Группа «реперфузионная ФЖ» (*n*=106)	*p*
Сердечная недостаточность, *n* (%)	8 (8,9)	3 (2,8)	0,116
Сосудистая недостаточность, *n* (%)	20 (22,2)	24 (22,6)	0,944
ИВЛ, мин	360,00 [240,00; 480,00]	300,00 [182,50; 420,00]	0,061
Длительность пребывания в ОРИТ, ч	19,50 [18,00; 24,00]	21,00 [18,00; 24,00]	0,501
Длительность госпитализации, дни	9,00 [8,00; 11,00]	9,00 [8,00; 11,00]	0,523

Примечание. Данные представлены в виде Me [IQR], *n* (%). ИВЛ — инвазивная вентиляция легких; ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.

Таблица 8. **Характеристики связи предикторов модели с вероятностью спонтанного восстановления ритма**
Table 8. **Predictors of spontaneous rhythm recovery**

Предикторы	Нескорректированное ОШ		Скорректированное ОШ	
	ОШ; 95% ДИ	*p*	ОШ; 95% ДИ	*p*
ИММЛЖ	0,995; 0,990—0,999	0,017*	0,994; 0,989—0,999	0,014*
Воздушная эмболия КА	0,210; 0,076—0,578	0,003*	0,199; 0,070—0,563	0,002*
Длительность ишемии миокарда	1,003; 0,994—1,012	0,490	1,016; 1,004—1,028	0,011*
«НТК-Кустодиол»	0,382; 0,152—0,956	0,040*	0,156; 0,048—0,511	0,002*
КП Дель Нидо	1,553; 0,813—2,965	0,182	2,155; 1,218—3,815	0,008*
КП Калафиоре	1,078; 0,604—1,925	0,798	1,635; 1,036—2,581	0,035*

Примечание. * — влияние предиктора статистически значимо ($p<0,05$); ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; КА — коронарные артерии; ОШ — отношение шансов.

Обсуждение

Многочисленные исследования, посвященные защите миокарда в интраоперационном периоде, не дают однозначных ответов об универсальном ведении пациентов с заболеваниями сердца и варьируют в зависимости от опыта конкретного медицинского учреждения. Расширение показателей, на которые можно ориентироваться при выборе стратегии защиты миокарда у разных категорий пациентов, могло бы улучшить исходы лечения. В нашем исследовании хирургическое вмешательство выполнялось одним кардиохирургом, что снижает влияние данного фактора на исходы. Во время кардиохирургических операций степень риска развития ФЖ после снятия зажима с аорты зависит от опыта хирурга и категории хирургических вмешательств и составляет от 45% до 90%. При возникнове-

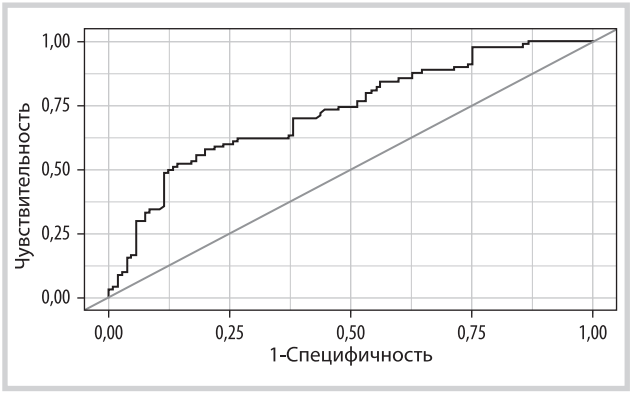

Рис. 2. **ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности спонтанного восстановления ритма от значения логистической функции P.**

Fig. 2. **ROC curve characterizing the correlation between spontaneous rhythm recovery and logistic function P.**

Таблица 9. **Результаты сравнения нарушений ритма в первые послеоперационные сутки**

Table 9. **Comparison of rhythm disturbances in the first postoperative day**

Показатель	Группа «спонтанное ВР» (n=90)	Группа «реперфузионная ФЖ» (n=106)	p
ЭКС, n (%)	7 (7,7)	10 (9,4)	0,067
Пароксизм ФП, n (%)	4 (4,4)	8 (7,5)	0,552
БЛНПГ, n (%)	19 (21,1)	24 (22,6)	0,169

Примечание. ЭКС — электрокардиостимуляция; ФП — фибрилляция предсердий; БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса.

нии ФЖ эффективной стратегией лечения является ЭИТ. Но после многочисленных процедур ЭИТ помимо увеличения напряжения стенок миокарда во время реперфузионной ФЖ может наблюдаться вторичное повреждение миокарда, приводящее к сердечной дисфункции [8—10]. Кроме того, реперфузионная ФЖ увеличивает риск сердечно-сосудистой смерти в стационаре и количество случаев заместительной почечной терапии в послеоперационном периоде [7]. Результаты исследований говорят о важности спонтанного восстановления ритма у всех кардиохирургических пациентов после снятия зажима с аорты. Пациенты с обструктивной гипертрофической кардиомиопатией исходно имеют повышенный риск возникновения жизнеугрожающих аритмий как до операции, так и после нее [11—13]. Степень и тяжесть гипертрофии могут быть отражены в эхокардиографических показателях толщины миокарда и, как следствие, массы миокарда, ИММЛЖ. Повышенный дооперационный ИММЛЖ свидетельствует о неблагоприятном ремоделировании желудочков и является независимым предиктором сниженной выживаемости у пациентов с обструктивной ГКМП в средней и отдаленной перспективе после септальной миоэктомии [5]. Возможно, пациенты с ГКМП нуждаются в более персонифицированном подходе в отношении влияния на нарушения ритма сердца в интраоперационном периоде. Применение ИММЛЖ с прогностической целью у пациентов не только с разной степенью гипертрофии, но и с поражением коронарных артерий продемонстрировано в исследовании C.L. Lin и соавт. Так, в группе с ИММЛЖ более 154 г/м² отмечались более высокие показатели смертности (56,2% по сравнению с 25%, p<0,05) [6].

На наш взгляд, построенная нами прогностическая модель указывает на то, что ИММЛЖ может быть предиктором спонтанного восстановления ритма у пациентов во время септальной миоэктомии, но нельзя исключать другие влияющие на это факторы. При построении ROC-кривой исключительно для ИММЛЖ показано, что, несмотря на статистическую значимость, модель не является лучшей в данной выборке; это обусловлено влиянием иных предикторов, таких как длительность ишемии миокарда, наличие воздушной эмболии коронарных артерий и, возможно, выбор кардиоплегического раствора. Например, НТК-раствор «Кустодиол» значительно увеличивает риск, связанный с реперфузионной ФЖ, что показано в нашей прогностической модели и не противоречит результатам предыдущих исследований [14]. В то же время длительность ишемии миокарда сама по себе не вносит статистически значимого вклада в спонтанное восстановление ритма после снятия зажима. Наша прогностическая модель демонстрирует средние значения показателей чувствительности и специфичности. Объяснением этому может быть доля пациентов, которым выполнена не только септальная миоэктомия, но и сочетанная коррекция порока митрального или аортального клапана, АКШ с наложением 1—2 анастомозов.

Оценка ИММЛЖ у пациентов с ГКМП с морфологически аритмогенным миокардом позволит избежать выбора кардиоплегического раствора, увеличивающего риск реперфузионной ФЖ. На наш взгляд, дальнейшие исследования помогут расширить применение ИММЛЖ для оценки периоперационных рисков у пациентов с ГКМП.

Ограничения исследования

В наше ретроспективное исследование вошли прооперированные пациенты с одним типом патологии — обструктивной гипертрофической кардиомиопатией. Несмотря на выполнение сочетанных вмешательств в некоторых случаях, пациенты имели один морфологический тип строения сердечной мышечной ткани, что позволяет экстраполировать результаты на ограниченную группу пациентов. В то же время сочетанный характер оперативного вмешательства у некоторых пациентов также является ограничением данного исследования. Небольшая выборка пациентов с одним видом заболевания не позволила нам выявить значимые послеоперационные риски, связанные с интраоперационной реперфузионной ФЖ. Помимо этого, в нашем анализе не учитывались установленные нарушения ритма сердца в анамнезе и заблаговременное введение препаратов перед снятием зажима с аорты, таких как амиодарон и лидокаин, которые, как известно, способны влиять на процесс восстановления ритма, что могло отразиться на показателях чувствительности и специфичности [12].

Заключение

Результаты данного ретроспективного исследования показывают, что наряду с иными интраоперационными факторами значение индекса массы миокарда левого желудочка может быть предиктором спонтанного восстанов-

ления ритма после кардиоплегии у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией. Пороговое значение индекса массы миокарда левого желудочка, при котором значительно уменьшались шансы на спонтанное восстановление ритма после снятия зажима с аорты, составило 173. Необходимы дальнейшие исследования для определения возможности использования данного количественного показателя в клинических условиях во время принятия решения о выборе кардиоплегического раствора.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гудкова А.Я., Рыбакова М.Г., Бокерия Л.А., Шляхто Е.В. Гипертрофическая кардиомиопатия. Клинико-морфологические сопоставления. *Архив патологии.* 2012;74(4):8-11.
Gudkova AYa, Rybakova MG, Bokeria LA, Shlyakhto EV. Hypertrophic cardiomyopathy. Clinical and morphological comparisons. *Russian Journal of Archive of Pathology.* 2012;74(4):8-11. (In Russ.).
2. Велиева Л.М., Джорджикия Р.К. Обструктивная гипертрофическая кардиомиопатия: исторические аспекты и современные методы лечения (обзор литературы). *Вестник современной клинической медицины.* 2020;2:55-62.
Velieva LM, Dzhordzhykiya RK. Obstructive hypertrophic cardiomyopathy: historical aspects and modern methods of treatment (review). *Vestnik sovremennoj klinicheskoj meditsiny.* 2020;2:55-62. (In Russ.).
https://doi.org/10.20969/VSKM.2020
3. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard MH, Rietzschel ER, Rudski L, Spencer KT, Tsang W, Voigt JU. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2015;28(1):1-39.e14.
https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003
4. Choi YJ, Park JB, Park CS, Hwang I, Yoon YE, Lee SP, Kim HK, Kim YJ, Cho GY, Sohn DW. Prognostic implications of left ventricular mass-geometry in patients with no or nonobstructive coronary artery disease. *BMC Cardiovascular Disorders.* 2021;21(1):187.
https://doi.org/10.1186/s12872-021-02005-6
5. Yang Q, Hao C, Zhu C, Zhao S, Yang S, Wang S; AATS membership. Prognostic value of the left ventricular mass index by magnetic resonance imaging in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy undergoing septal myectomy. *European Heart Journal*. 2023;44(Issue Supplement 2):ehad655.1835.
https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad655.1835
6. Lin CL, Hsu PY, Yang CT, Yang HY, Yang TY, Huang WH, Huang CC. LV mass index significantly impacts on patient and renal outcomes in patients with coronary artery bypass grafting and poor left-ventricular function. *Renal Failure*. 2003;25(2):287-295.
https://doi.org/10.1081/jdi-120018729
7. Zhou N, Gong J, Liang X, Liu W, Li H, Li W. Preoperative Risk Prediction Score for and In-Hospital Clinical Outcomes of Reperfusion Ventricular Fibrillation After Release of Aortic Cross-Clamps: A Retrospective Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2023;37(1):127-134.
https://doi.org/10.1053/j.jvca.2022.09.091
8. Dahl CF, Ewy GA, Warner ED, Thomas ED. Myocardial necrosis from direct current countershock. Effect of paddle electrode size and time interval between discharges. *Circulation*. 1974;50(5):956-961.
https://doi.org/10.1161/01.cir.50.5.956
9. Baravelli M, Cattaneo P, Rossi A, Rossi MC, Fantoni C, Picozzi A, Imperiale D, Romano M, Saporiti L, Bregasi A, Menicanti L, Anzà C. Low-risk profile for malignant ventricular arrhythmias and sudden cardiac death after surgical ventricular reconstruction. *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE*. 2010;33(9):1054-1062.
10. Doherty PW, McLaughlin PR, Billingham M, Kernoff R, Goris ML, Harrison DC. Cardiac damage produced by direct current countershock applied to the heart. *American Journal of Cardiology*. 1979;43(2):225-232.
https://doi.org/10.1016/S0002-9149(79)80008-9
11. Rothman RD, Safiia MA, Lowry PA, Mela T, Abbara S, O'Callaghan C, Mark EJ, Vlahakes GJ, Fifer MA. Risk stratification for sudden cardiac death after septal myectomy. *Journal of cardiology cases*. 2011;3(2):e65-e67.
https://doi.org/10.1016/j.jccase.2010.12.002
12. Mita N, Kagaya S, Miyoshi S, Kuroda M. Prophylactic Effect of Amiodarone Infusion on Reperfusion Ventricular Fibrillation After Release of Aortic Cross-Clamp in Patients with Left Ventricular Hypertrophy Undergoing Aortic Valve Replacement: ARandomized Controlled Trial. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2019;33(5):1205-1213.
https://doi.org/10.1053/j.jvca.2018.10.005
13. Schaff HV, Wei X. Contemporary Surgical Management of Hypertrophic Cardiomyopathy. *Annals of Thoracic Surgery*. 2024;117(2):271-281.
https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2023.10.026
14. Braathen B, Jeppsson A, Scherstén H, Hagen OM, Vengen Ø, Rexius H, Lepore V, Tønnessen T. One single dose of histidine-tryptophan-ketoglutarate solution gives equally good myocardial protection in elective mitral valve surgery as repetitive cold blood cardioplegia: a prospective randomized study. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2011;141(4):995-1001.
https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.011

Поступила 23.05.2024
Received 23.05.2024
Принята к печати 10.06.2024
Accepted 10.06.2024