

Нерезекционные методики коррекции митральной недостаточности II типа по А. Carpentier

В.В. Евтушенко¹, А.Н. Жилина¹, Е.Н. Павлюкова¹, А.В. Евтушенко²

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (НИИ кардиологии Томского НИМЦ), 634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

² Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ), 650002, Российская Федерация, Кемерово, бульвар им. академика Л.С. Барбараша, 6

Аннотация

Введение. Реконструкция митрального клапана (МК) предпочтительнее, чем его протезирование, так как имеет стабильные отдаленные результаты и низкую смертность. Протезирование хорд (ПХ) и транслокация хорд (ТХ) являются двумя методами клапансохраняющего вмешательства со схожими результатами. Сравнение долгосрочных результатов этих методик между собой ранее не проводилось.

Цель: сравнение долгосрочных результатов ТХ и ПХ при митральной недостаточности (МН) II типа по функциональной классификации Карпантье.

Материал и методы. В исследование вошли 58 пациентов с реконструкцией МК, прооперированные в 2009–2019 гг. (средний возраст – 57 (49; 64) лет; 21 женщина) с дегенеративными заболеваниями МК и тяжелой МН II типа: ERO 43 (30; 50) мм². Исходно 94,7% пациентов относились ко II–III-му функциональному классу по NYHA. Средний период наблюдения составил 7,2 (2,5) года. Пациенты рандомизированы в 2 группы: 1-я группа – пациенты с ТХ (30 человек), 2-я группа – пациенты с ПХ (28 человек). Всем пациентам выполнена митральная аннулопластика опорным кольцом.

Результаты. По основным гемодинамическим параметрам статистически значимых различий у пациентов указанных двух групп не выявлено: левое предсердие (ЛП) – 46,5 (37; 53) мм и 42,5 (42; 45) мм, $p = 0,49$; индекс массы миокарда (ИММ) – 101 (81; 133) г/м² и 81,5 (71,5; 94,5) г/м², $p = 0,15$; конечный диастолический размер (КДР) – 52,5 (47; 56) мм и 51,5 (48; 52,5) мм, $p = 0,64$; конечный систолический размер (КСР) – 31 (29; 34) мм и 33 (30; 34,5) мм, $p = 0,97$; конечный диастолический объем (КДО) – 124 (103; 148) мл и 118 (89,5; 128,5) мл, $p = 0,8$; конечный систолический объем (КСО) 54 (40; 59) мл и 48,5 (30; 54,5) мл, $p = 0,37$; фракция выброса левого желудочка (ФВ) (В) – 59,5 (51; 64) % и 62 (58; 66) %, $p = 0,16$; конечный диастолический индекс (КДИ) – 60,3 (54,7; 73,8) мл/м² и 57,7 (51,9; 66,1) мл/м², $p = 0,58$; конечный систолический индекс (КСИ) 26,7 (22,1; 27,9) мл/м² и 23,6 (17,4; 27,9) мл/м², $p = 0,35$, глобальная продольная деформация (GLS) левого желудочка (ЛЖ) – -13,7 (-11,6; -16,3) % и -15,4 (-13,5; -16,5) %, $p = 0,45$ соответственно. Выявлены статистически значимые различия в среднем градиенте давления на МК: 3 (2,5; 4) мм рт. ст. в группе с ТХ против 4,5 (3,5; 5) мм рт. ст. в группе с ПХ, $p = 0,009$. Тромбоза ЛП не зафиксировано ни в одном случае. Возвратная митральная регургитация (МР) более 1-й степени не зарегистрирована (38,6% пациентов имели МН 1-й степени). Определена частота достижения вторичной конечной точки – смерти от любых причин: 2 человека из группы ТХ (6,9%), 2 человека из группы ПХ (7,1%), $p = 0,91$. Другие вторичные конечные точки исследования: острое нарушение мозгового кровообращения в раннем послеоперационном периоде зарегистрировано у 1 пациента (ПХ). Повторное вмешательство с протезированием МК потребовалось 2 пациентам: в 1-й группе из-за отрыва хорды задней створки МК в нативном сегменте, во 2-й группе по причине разрыва политетрафторэтиленовых хорд (через 36 и 24 мес. соответственно). **Выводы.** Обе нерезекционные методики являются эффективными методами реконструкции МК при МН II типа с сопоставимыми отдаленными результатами.

Ключевые слова:

протезирование хорд; транслокация хорд; нерезекционные методики; реконструкция митрального клапана; недостаточность митрального клапана, пролапс митрального клапана; митральная регургитация; долгосрочные результаты; разрыв политетрафторэтиленовой хорды.

Финансирование:

исследование выполнено в рамках прикладной научной темы ОССХ НИИ кардиологии Томского НИМЦ.

Соответствие принципам этики:

добровольное информированное согласие получено от всех участвующих в исследовании пациентов. Исследование одобрено этическим комитетом НИИ кардиологии Томского НИМЦ дважды на всех этапах (протокол № 101 от 5 марта 2014 г., протокол № 258 от 10 января 2024 г.). Исследование зарегистрировано на ClinicalTrials.com (NCT03674593).

Для цитирования:

Евтушенко В.В., Жилина А.Н., Павлюкова Е.Н., Евтушенко А.В. Нерезекционные методики коррекции митральной недостаточности II типа по А. Carpentier. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2025;40(1):103–109. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-103-109>.

Non-resection techniques for correcting type II mitral regurgitation by A. Carpentier

Vladimir V. Evtushenko¹, Aleksandra N. Zhilina¹, Elena N. Pavlyukova¹,
Aleksey V. Evtushenko²

¹ Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Centre, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia
(Cardiology Research Institute, Tomsk NRMС),
111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

² Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,
6, Boulevard named after L.S. Barbarasha, Kemerovo, 650002, Russian Federation.

Abstract

Introduction. Mitral valve (MV) repair is more preferable than valve replacement because of stable long-term outcomes and low mortality rate. Chordal replacement and transposition of secondary chordae are two methods of MV plasty with similar results. Comparison of the long-term outcomes of these non-resection methods precisely have not provided yet.

Aim: To compare the long-term outcomes of chordal replacement and transposition of secondary chordae techniques in type II mitral regurgitation of Carpentier's functional classification.

Material and Methods. 58 adult patients with severe type II MR (ERO 43 (30; 50) mm²) due to degenerative valve disease, underwent primary MV repair from 2009 to 2019, were prospectively studied. The mean patient age was 57 (49; 64) years. 21 patients were female. Initially, 94.7% of patients referred to NYHA II - III before surgery. Mean follow-up period was 7,2 (2,5) years. The patients were randomized in two groups: 1) chordal transposition (CT) – 30 patients, 2) chordal replacement with polytetrafluoroethylene artificial chordae (CR) – 28 patients. Mitral prosthetic ring implantation was performed in all cases.

Results. There were no any statistically significant differences in main hemodynamic parameters in both groups: left atrium diameter 46,5 (37; 53) mm – 42,5 (42; 45) mm, $p = 0,49$; left ventricle (LV) myocardial mass index 101(81; 133) g/m²– 81,5 (71,5; 94,5) g/m², $p = 0,15$; LV end-diastolic diameter 52,5 (47; 56) mm – 51,5 (48; 52,5) mm, $p = 0,64$; LV end-systolic diameter 31 (29; 34) mm – 33 (30; 34,5) mm, $p = 0,97$; LV end-diastolic volume 124 (103; 148) ml – 118 (89,5; 128,5) ml, $p = 0,8$; LV end-systolic volume 54 (40; 59) ml – 48,5 (30; 54,5) ml, $p = 0,37$; LV ejection fraction (B) 59,5 (51; 64) % – 62 (58; 66) %, $p = 0,16$; LV end-diastolic volume index 60,3 (54,7; 73,8) ml/m² – 57,7 (51,9; 66,1) ml/m², $p = 0,58$; LV end-sistolic volume index 26,7(22,1; 27,9) ml/m² – 23,6 (17,4; 27,9) ml/m², $p = 0,35$, GLS LV -13,7 (-11,6; -16,3) % – -15,4 (-13,5; -16,5) %, $p = 0,45$. Statistically significant difference was detected in mean MV pressure gradient: 3 (2,5; 4) mm Hg in CT group versus 4,5 (3,5; 5) mm Hg in CR group, $p = 0,009$. LA thrombosis was not recorded in any case according to results of transesophageal echocardiography. Patients in both groups had not recurrent MR more than 1 degree (38,6% patients with MR 1 degree). The next secondary endpoints were achieved in both groups. Death as secondary endpoint: 2 patients in CT group (6,9%), 2 patients in CR group (7,1%), $p = 0,91$. One patient had a stroke in early postoperative period in CR group. Reoperation with MV replacement was required in 2 patients due to rupture of posterior mitral leaflet chordae in native segment (CT) and rupture of polytetrafluoroethylene artificial chordae (CR), observation period was 36 and 24 months after MV repair accordingly.

Conclusion. Both non-resection techniques are effective methods of MV repair in type II MR with comparable long-term outcomes.

Keywords:	chordal replacement; chordal transposition; non-resection techniques; mitral valve reconstruction; mitral valve insufficiency; mitral valve prolapse; mitral regurgitation; long-term outcomes; rupture of polytetrafluoroethylene chordae.
Funding:	the study was carried out within the framework of the applied scientific topic of Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences (Tomsk, Russia).
Compliance with ethical standards:	an informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the Ethics Committee of Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences twice (protocol No. 101 from 05.03.2014, protocol No. 258 from 10.01.2024). The investigation has identifying number NCT03674593 on ClinicalTrials.com.

For citation:

Evtushenko V.V., Zhilina A.N., Pavlyukova E.N., Evtushenko A.V. Non-resection techniques for correcting type II mitral regurgitation by A. Carpentier. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2025;40(1):103–109. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-103-109>.

Введение

Недостаточность митрального клапана (МК) – это распространенный приобретенный порок сердца в развитых странах со встречаемостью от 2 до 10% в общей популяции [1, 2]. Проплапс МК является наиболее частым механизмом развития недостаточности клапана. Проплапс развивается вследствие миксоматозной дегенерации ткани митрального клапанного аппарата, что вызывает избыточное движение створки и ее смещение в полость левого предсердия (ЛП) в систолу [3], приводящее к появлению митральной регургитации (МР).

Реконструкция МК характеризуется стабильными удовлетворительными отдаленными результатами и низкой смертностью, что делает эту стратегию коррекции порока более предпочтительной, чем протезирование клапана [4, 5].

Важнейшим компонентом реконструктивных операций на МК является вмешательство на митральном хордовом аппарате, наиболее распространенными разновидностями которого считаются транслокация нативных хорд либо же их протезирование синтетическим материалом [6]. Эти клапансохраняющие хирургические техники имеют схожие результаты, однако сравнения долгосрочных результатов этих двух нерезекционных методик ранее не проводилось.

Цель: сравнение долгосрочных результатов транслокации хорд и имплантации искусственных хорд при митральной недостаточности (МН) II типа по функциональной классификации Карпантье.

Материал и методы

Проводится одноцентровое рандомизированное клиническое исследование, в которое вошли 58 пациентов (средний возраст – 57 (49; 64) лет; 21 женщина) с МН второго типа вследствие дегенеративного заболевания МК. Указанным пациентам выполнялась реконструкция МК в период с 2009 по 2019 гг. Все пациенты имели тяжелую митральную регургитацию со средней эффективной площадью отверстия регургитации 43 (30; 50) мм². Большинство пациентов (94,7%) относились ко II-му или III-му функциональному классу по NYHA до операции. В качестве критериев исключения из исследования были взяты следующие параметры: сопутствующие вмешательства на сердце в условиях искусственного кровообращения (коронарное шунтирование; вмешательство на аорте, межпредсердной или межжелудочковой перегородке сердца, на других клапанах, за исключением шовной пластики трикуспидального клапана), возраст пациента менее 18 лет, повторные вмешательства, острый инфекционный эндокардит, полиорганная недостаточность, отказ от участия в исследовании. Период наблюдения составил 7,2 (2,5) года, свобода от повторных вмешательств на МК – 96,5%. Путем рандомизации сформировано 2 группы пациентов. Первой группе пациентов проведена трансло-

кация вторичных хорд (ТХ) (30 пациентов), пациентам 2-й группы – протезирование хорд (ПХ) с использованием политетрафторэтиленовых хорд (28 пациентов). Всем пациентам выполнялась митральная аннулопластика с использованием замкнутого опорного кольца. Хирургические вмешательства осуществлялись через срединную стернотомию в условиях искусственного кровообращения. Для защиты миокарда использовалась холодовая кристаллоидная кардиоплегия раствором «Кустодиол».

Первичной конечной точкой исследования являлась возвратная МР 3–4-й степени. В качестве вторичных конечных точек исследования взяты следующие события: смерть от любых причин, необходимость в повторном вмешательстве с протезированием МК, инфекционный эндокардит нативного МК, большие неблагоприятные сердечно-сосудистые события (МАСЕ), тромбозмембранные, геморрагические осложнения. Ультразвуковые параметры сердца были получены посредством ультразвуковой системы Vivid E95 (GE Healthcare), EchoPac с программным обеспечением (версия 204).

Статистическую обработку результатов проводили при помощи программного обеспечения STATISTICA 10. Для проверки нормальности распределения количественных показателей использовали критерий Шапиро – Уилка. Количественные показатели при отсутствии нормального распределения описывали медианой и межквартильным интервалом, *Me* (Q1; Q3). Категориальные показатели представляли абсолютными (*n*) и относительными (в %) частотами. Для оценки значимости межгрупповых различий количественных показателей применяли критерий Манна – Уитни. Категориальные показатели сравнивали в группах с помощью точного критерия Фишера. Для оценки кумулятивной выживаемости в группах построены кривые Каплана – Майера, проведено их сравнение с помощью лог-рангового критерия. Критический уровень статистической значимости *p* при проверке гипотез составлял 0,05.

Результаты

При сравнении обеих групп не было выявлено статистически значимой разницы по основным гемодинамическим параметрам (табл. 1).

Выявлена статистически значимая разница в среднем градиенте на МК (*p* = 0,009). Кроме того, значимое различие между исследуемыми группами обнаружено в значении пиковой скорости раннего диастолического трансмитрального потока (пик *E*, *p* = 0,007). По данным чреспищеводной эхокардиографии, тромбоза ЛП не было выявлено ни в одном случае. Возвратная МР более чем 1-й степени не зарегистрирована, 38,6% пациентов имели МН 1-й степени.

Частота достижения вторичной конечной точки (смерти от любых причин) сопоставима в обеих группах: 2 человека в 1-й группе (6,9%), 2 человека во 2-й группе (7,1%), *p* = 0,81. Кардиальные причины смерти: 1 человек с острой

Таблица 1. Послеоперационные ультразвуковые гемодинамические параметры пациентов в отдаленном периоде наблюдения
Table 1. Postoperative ultrasound hemodynamic parameters of the patients in long-term follow-up period

Параметры	Группа с транслокацией хорд, Me (Q1; Q3), n = 30	Группа с протезированием хорд, Me (Q1; Q3), n = 28	p-value
ЛП, мм	46,5 (37; 53)	42,5 (42; 45)	0,49
ПЖ, мм	30 (27; 36)	25 (23; 34)	0,14
МЖП, мм	11 (10; 12)	9,8 (8,3; 11)	0,18
ЗСПЖ, мм	10 (9; 10,7)	9,5 (8,3; 10)	0,97
ИММ ЛЖ, г/м ²	101 (81; 133)	81,5 (71,5; 94,5)	0,15
КДР ЛЖ, мм	52,5 (47; 56)	51,5 (48; 52,5)	0,64
КСР ЛЖ, мм	31 (29; 34)	33 (30; 34,5)	0,97
КДО ЛЖ, мл	124 (103; 148)	118 (89,5; 128,5)	0,8
КСО ЛЖ, мл	54 (40; 59)	48,5 (30; 54,5)	0,37
ФВ ЛЖ (В), %	59,5 (51; 64)	62 (58; 66)	0,16
GLS ЛЖ, %	-13,7 (-11,6; -16,3)	-15,4 (-13,5; -16,5)	0,45
КДИ ЛЖ, мл/м ²	60,3 (54,7; 73,8)	57,7 (51,9; 66,1)	0,58
КСИ ЛЖ, мл/м ²	26,7 (22,1; 27,9)	23,6 (17,4; 27,9)	0,35
Пик Е, см/с	114 (74; 137)	167 (129; 180)	0,007
Пик А, см/с	121 (101; 127)	113 (112; 150)	0,35
Е/А	0,9 (0,7; 1,1)	1,2 (0,8; 1,4)	0,15
СДПЖ, мм рт. ст.	26 (21; 35)	28 (27; 56,5)	0,08
ФК МК, мм	21 (20; 27)	31 (27; 32)	0,39
Пиковый градиент на МК, мм рт. ст.	7,8 (5; 12)	12,7 (7; 15)	0,1
Средний градиент на МК, мм рт. ст.	3 (2,5; 4)	4,5 (3,5; 5)	0,009

Примечание: ЛП – левое предсердие, ПЖ – правый желудочек, МЖП – межжелудочковая перегородка, ЗСПЖ – задняя стенка левого желудочка, ИММ ЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, КДР – конечный диастолический размер левого желудочка, КСР – конечный систолический размер левого желудочка, КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка, КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка, ФВ ЛЖ (В) – фракция выброса левого желудочка в В-режиме, GLS ЛЖ – глобальная продольная деформация левого желудочка, КДИ ЛЖ – конечный диастолический индекс левого желудочка, КСИ ЛЖ – конечный систолический индекс левого желудочка, пик Е – пиковая скорость раннего диастолического трансмитрального потока, пик А – пиковая скорость трансмитрального потока в систолу предсердий, Е/А – отношение максимальных скоростей потока через митральный клапан, СДПЖ – систолическое давление в правом желудочке, ФК МК – фиброзное кольцо митрального клапана, МК – митральный клапан.

сердечной недостаточностью в возрасте 80 лет (группа с ТХ), некардиальные – 1 человек с желудочно-кишечным кровотечением по поводу приема варфарина в возрасте 70 лет, 2 случая смерти пациентов в возрасте 67 и 71 года от коронавирусной инфекции (рис. 1).

Достигнуты и другие вторичные конечные точки иссле-

дования: острое нарушение мозгового кровообращения в бассейне средней мозговой артерии слева в раннем послеоперационном периоде у одного пациента из группы с ПХ. Повторная операция с протезированием клапана потребовалась 2 пациентам: в 1-й группе из-за отрыва хорды задней створки МК в нативном сегменте, во 2-й группе причиной реоперации являлся разрыв политетрафторэтиленовых имплантированных хорд, период наблюдения составил 36 и 24 мес. соответственно (рис. 2).

Обсуждение

Пролапс МК является наиболее частым механизмом развития недостаточности клапана и характеризуется избыточным движением одной или обеих створок со смещением в полость ЛП во время систолы, что ведет к появлению МР.

При ведении конкретного пациента с МН необходимо оценивать такие параметры, как прогноз при продолжении консервативного лечения, периоперационный риск, возможность операции и необходимый тип вмешательства при наблюдаемой анатомии клапана, предполагаемые долгосрочные результаты при оперативном вмешательстве на данной стадии заболевания [4]. Однако при выборе лечения всегда стоит учитывать, что ни одна консервативная тактика ведения не предотвращает перегрузку объемом ЛП и ЛЖ при асимптомной МН [4, 6], что в конечном итоге ведет к развитию таких последствий заболевания, как фибрилляция предсердий с тромбоэмболическими осложнениями, сердечная недостаточность, внезапная сердечная смерть [6].

При выборе методики коррекции недостаточности МК предпочтение отдается его реконструкции [6], кото-

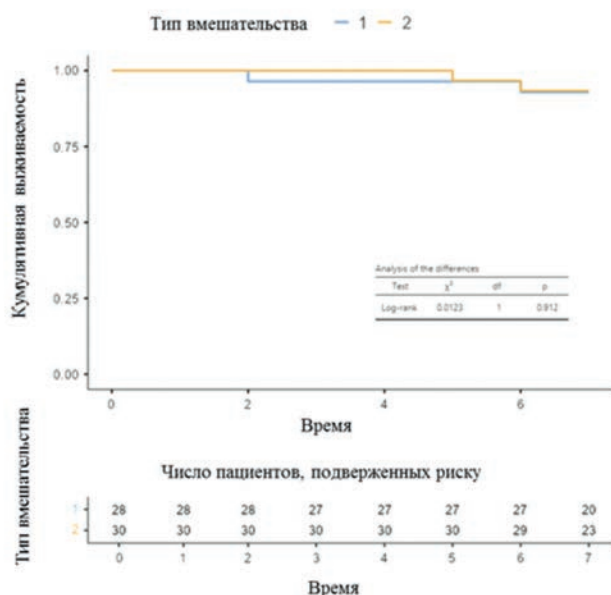


Рис. 1. Кривые выживаемости. 1 – группа с протезированием хорд, 2 – группа с транслокацией хорд
Fig. 1. Survival curves. 1 – chordal replacement group, 2 – chordal transposition group

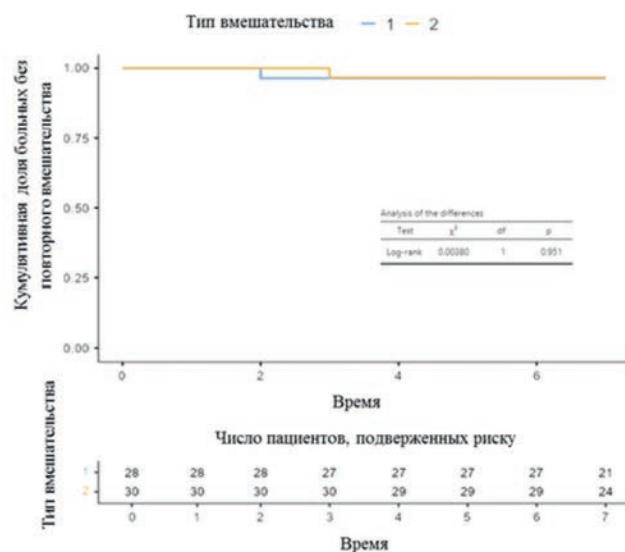


Рис. 2. Частота повторных вмешательств с протезированием митрального клапана. 1 – группа с протезированием хорд, 2 – группа с транслокацией хорд
Fig. 2. Frequency of reoperations with mitral valve replacement. 1 – chordal replacement group, 2 – chordal transposition group

рая имеет стабильные удовлетворительные результаты, лучшую раннюю и отдаленную выживаемость, свободу от протез-ассоциированных осложнений с более высоким качеством жизни пациентов [7]. И хотя отдаленные результаты пластики МК превосходят таковые при его протезировании, остается открытым вопрос о том, какой метод реконструкции предпочтителен [6, 7].

Все клапансохраняющие вмешательства можно разделить на две группы: резекционные и нерезекционные методики. Резекционные методы обязательно включают в себя удаление части створки, тогда как нерезекционные техники коррекции МР предполагают вмешательство на подклапанных структурах. Кроме того, при сложном пороке клапана с несколькими точками повреждения МК, его фиброзного кольца и подклапанного аппарата возможно использование обеих групп вмешательств одновременно [7]. Однако любая выбранная методика коррекции пролапса МК всегда дополняется аннулопластикой опорным кольцом для стабилизации фиброзного кольца МК.

Резекция створки МК, предложенная основоположником клапансохраняющей хирургии А. Carpentier, является широко распространенной методикой коррекции недостаточности МК. Очевидно, что резекционные методики коррекции МН изменяют геометрию клапана и являются необратимыми [6, 7]. В свою очередь это требует от хирурга достаточного опыта подобных операций, что является затруднительным в медицинских центрах с малым объемом вмешательств на МК.

Напротив, нерезекционные методики устранения пролапса МК стремятся сохранить анатомо-физиологические особенности клапана и подклапанного аппарата с возможностью коррекции при получении неудовлетворительного результата.

Кроме того, не всегда есть возможность применить резекционную технику ввиду различий между заболеваниями, приводящими к недостаточности МК II типа. Как известно, существуют разные фенотипы дегенеративной патологии МК. Например, если болезнь Барлоу характеризуется утолщением и избыточностью ткани створки с

множественным пролапсом МК, которые позволяют применять резекцию, то при фиброэластическом дефиците наблюдается истончение створок с небольшим удлинением хорд, что делает затруднительным иссечение даже фрагмента створки ввиду отсутствия ее избытка. Это делает приоритетным использование нерезекционных методик при данном варианте патологии.

Из группы нерезекционных техник коррекции недостаточности МК наиболее распространенными на сегодняшний день остаются ПХ и использование аутохорд и аутостворок.

Существует множество методик имплантации неоходорд при коррекции МН [8, 9]. Среди них наиболее распространенными являются следующие: петлевая методика имплантации хорд фиксированной длины, техника множественных петель, предложенная Т. David, и методика отдельных хорд, разработанная D. Adams [9, 10].

Техника множественных петель позволяет распределить нагрузку между всеми сегментами искусственной хорды, что создает наиболее устойчивую к растяжению систему среди перечисленных методик. Аргументом против использования этого метода служит возможность несостоятельности всей системы петель в результате повреждения в любой точке вследствие ее непрерывности [10].

Петлевая методика подразумевает использование искусственных хорд фиксированной длины, высота которых может определяться как на дооперационном этапе при планировании вмешательства, так и интраоперационно. Техника заключается в следующем: фетровая прокладка, от которой отходят петли, подшивается к фиброзной части головки соответствующей папиллярной мышцы, а сами петли в их наивысшей точке фиксируются к зоне коаптации пролабирующего сегмента створки отдельными швами. Наиболее уязвимой частью этой системы в плане разрыва является место контакта между политетрафторэтиленовой хордой и фиксирующим ее к створке полипропиленовым швом, вероятнее всего, из-за «пилящего эффекта», возникающего между двумя различными по характеристикам шовными материалами [10]. Кроме того, все петли должны идти к корригируемому участку пролапса без пересечения срединной линии клапана, то есть соответствовать анатомическому расположению здоровой нативной хорды.

Метод отдельных хорд представляет собой создание неоходорд из политетрафторэтиленовой нити путем ее проведения через фиброзную головку папиллярной мышцы и соответствующий участок створки МК. Методика является наиболее устойчивой к появлению возвратной МР даже в случае разрыва индивидуальной неоходорды [10].

При ПХ критически важным является корректное определение необходимой высоты имплантированных хорд [8]. При использовании коротких политетрафторэтиленовых хорд напряжение концентрируется на свободном крае створки МК с линейной зависимостью от степени укорочения хорды. Также ограничивается движение корригируемой створки с возможным развитием пролапса противоположной створки вследствие уменьшения глубины коаптации, и потому отсутствует полное закрытие МК в систолу [10]. Превышение же критической длины имплантированной хорды ведет к возникновению остаточного избыточного движения створки и, если рассматривать коррекцию пролапса передней створки МК, к риску развития переднего систолического движения

передней створки МК (systolic anterior motion – SAM-синдром) [10]. В свою очередь это приводит к ухудшению обратного ремоделирования ЛЖ после вмешательства [10]. Даже в отсутствие пролапса задней створки МК и переднего систолического движения передней створки МК избыточные нео хорды могут уменьшать длину коаптации, тем самым увеличивая площадь поверхности створок и приводя к так называемому «парусящему эффекту». Это может вызывать увеличение напряжения нативных и искусственных хорд, а также ухудшение долгосрочных результатов вмешательства [9].

В целом, все методы определения длины нео хорд можно разделить на 2 группы. Первая группа – периперационное определение требуемой длины хорды при помощи чреспищеводной эхокардиографии или прямое интраоперационное измерение с использованием нативных структур в качестве референсных. При этом если интраоперационно в качестве референсной структуры обычно выступает интактная соседняя хорда, то при ультразвуковом методе искомая высота нео хорды может определяться как путем измерения сохранной хорды, так и более сложными техниками. В качестве примера можно привести оригинальную методику Р.К. Montanhesi и соавт. с использованием предоперационной чреспищеводной эхокардиографии. При пролапсе задней створки МК измеряется расстояние между головкой задней папиллярной мышцы и зоной коаптации на передней створке МК, а также длина пролабирующего сегмента задней створки МК. Искомая длина нео хорды есть разница между указанными величинами. При пролапсе передней створки измеряется расстояние между соответствующей головкой папиллярной мышцы и зоной коаптации на задней створке МК [11].

Вторая группа определения необходимой длины имплантируемой хорды включает методы, которые оставляют высоту нео хорды «неопределенной». Ее длина «настраивается» с ориентиром на функцию МК – устранение пролапса корректируемого сегмента створки [8, 11, 12]. Но стоит отметить, что подбор длины имплантируемой хорды при использовании методик второй группы проходит на остановленном в диастолу сердце при помощи наполнения ЛЖ физиологическим раствором. Существует определенная разница между тестовыми искусственными условиями с наполнением статичного сердца и физиологической биомеханикой желудочка в его систолу: при наполнении сердца раствором в диастолический арест происходит растяжение желудочка со смещением папиллярных мышц дальше от истинной плоскости коаптации по сравнению с их систолическим положением (феномен «диастолической инверсии»), что также необходимо учитывать оператору при выборе необходимой длины искусственных хорд [10, 13]. Кроме того, стоит иметь в виду, что в результате позитивного ремоделирования камер сердца возможно смещение зоны коаптации створок, что требует точной интерпретации хирургом показателей интраоперационной эхокардиографии и способности экстраполировать ожидаемое смещение [10].

Несмотря на то, что протезирование хордального аппарата является весьма распространенным вариантом коррекции пролапса МК, отсутствует единая стандартизированная методика как определения высоты нео хорды, так и самой техники ПХ.

Исследование альтернативных методов вмешательства на субвальвулярном аппарате, более простых в техническом исполнении, а также не уступающих в эффективности ПХ, остается актуальной проблемой и в настоящее время. Одной из техник коррекции МН, лишенной указанных сложностей, является транслокация вторичных хорд. Методика не требует имплантации чужеродного материала, а также измерения необходимой высоты хорд за счет использования нативных интактных хорд. И хотя заболевание соединительной ткани при дегенеративном пороке МК поражает весь клапанный аппарат, снижение прочностных характеристик интактных хорд не носит критического характера, что делает возможным их сохранение и использование в клапансохраняющих вмешательствах [14].

Однако сравнение долгосрочных результатов именно двух указанных нерезекционных методик между собой еще не проводилось. Вышеописанное рандомизированное контролируемое исследование осуществляется с целью изучения долгосрочных результатов ПХ и ТХ при недостаточности МК. Данные трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии свидетельствуют об удовлетворительном результате в отдаленном послеоперационном периоде при применении представленных техник. Не обнаружено статистически значимой разницы по основным гемодинамическим параметрам – размерам ЛП и правого желудочка (ПЖ), размерам и объемам ЛЖ, фракции выброса (ФВ) и глобальной продольной деформации (GLS) ЛЖ, давлению в ПЖ. Установлена статистически значимая разница в среднем градиенте на МК – 3 (2,5; 4) мм рт. ст. в группе с ТХ против 4,5 (3,5; 5) мм рт. ст. в группе с ПХ ($p = 0,009$), однако ее клиническое значение является сомнительным. Также выявлено статистически значимое отличие в пиковой скорости раннего диастолического трансмитрального потока: $E = 167$ (129; 180) см/с в группе с ПХ и $E = 114$ (74; 137) см/с в группе с ТХ, $p = 0,007$. Данный факт может быть обусловлен клапанными и неклапанными причинами, такими как наличие изменений створок МК или функции ЛЖ в отдаленном послеоперационном периоде, однако это требует дальнейшего изучения.

Возвратной регургитации 2-й и более степени зафиксировано не было, 38,6% пациентов имеют недостаточность МК 1-й степени. Достигнута вторичная точка в группе с ТХ – смерть в возрасте 80 лет от острой сердечной недостаточности. Причину установить не удалось, поэтому сложно сделать вывод о связи достигнутой конечной точки с вмешательством на МК.

Выводы

Обе нерезекционные методики являются эффективными методами реконструкции МК при МН II типа с сопоставимыми хорошими отдаленными результатами.

Литература / References

1. Wu S., Chai A., Arimie S., Mehra A., Clavijo L., Matthews R.V. et al. Incidence and treatment of severe primary mitral regurgitation in contemporary clinical practice. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2018;19(8):960–963. <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2018.07.021>
2. Pye L.L., Bertrand P.B., Debonnaire P., Dhont S., Hoekman B., Paelinck B.P. et al. Mitral valve surgery for mitral regurgitation results in reduced left ventricular ejection fraction in Barlow's disease as compared with fibro-elastic deficiency. *J. Cardiovasc. Dev. Dis.* 2024;11(3):71. <https://doi.org/10.3390/jcdd11030071>
3. Ronco D., Buttiglione G., Garatti A., Parolari A. Biology of mitral valve

- prolapse: from general mechanisms to advanced molecular patterns – a narrative review. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023;10:1128195. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1128195>
4. Desai M.Y., Grigioni F., Di Eusanio M., Saccocci M., Taramasso M., Maisano F. et al. Outcomes in degenerative mitral regurgitation: Current state-of-the art and future directions. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2017;60(3):370–385. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.10.005>
 5. Евтушенко В.В., Макогончук И.С., Евтушенко А.В. Правила и принципы отбора пациентов на хирургическое лечение приобретенных пороков сердца, осложненных фибрилляцией предсердий. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2017;32(3):29–34. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2017-32-3-29-34>
 6. Evtushenko V.V., Makogonchuk I.S., Evtushenko A.V. Rules and principles of patient selection for surgical treatment of acquired heart diseases complicated by atrial fibrillation. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2017;32(3):29–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2017-32-3-29-34>
 7. Meier S., Seeburger J., Borger M.A. Advances in mitral valve surgery. *Curr. Treat Options Cardiovasc. Med.* 2018;20(9):75. <https://doi.org/10.1007/s11936-018-0666-3>
 8. De Bonis M., Alfieri O., Dalrymple-Hay M., Del Forno B., Dulguerov F., Dreyfus G. Mitral valve repair in degenerative mitral regurgitation: State of the art. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2017;60(3):386–393. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.10.006>
 9. Di Mauro M., Bonalumi G., Giambuzzi I., Messi P., Cargoni M., Paparella D. et al. Mitral valve repair with artificial chords: Tips and tricks. *J. Card. Surg.* 2022;37(12):4081–4087. <https://doi.org/10.1111/jocs.17076>
 10. Макогончук И.С., Евтушенко В.В., Евтушенко А.В. Клинические и фундаментальные аспекты протезирования и транслокации хорд митрального клапана. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2018;33(1):27–32. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-1-27-32>
 11. Makogonchuk I.S., Evtushenko V.V., Evtushenko A.V. Clinical and fundamental aspects of prosthetics and translocation of mitral valve chords. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2018;33(1):27–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-1-27-32>
 12. Elde S., Woo Y.J. Neochords: How long, how many, too many? *JTCVS Tech.* 2023;22:59–64. <https://doi.org/10.1016/j.jtc.2023.10.018>
 13. Montanhesi P.K., Ghoneim A., Gelinas J., Chu M.W.A. Simplifying mitral valve repair: A guide to neochordae reconstruction. *Innovations.* 2022;17(4):343–351. <https://doi.org/10.1177/15569845221115186>
 14. Loardi C., Zanobini M. Unsatisfying mitral valve repair? The “Loop method”: a lifebelt to grab. *J. Cardiothorac. Surg.* 2021;16(1):269. <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01649-x>
 15. Park M.H., Marin-Cuartas M., Imbrie-Moore A.M., Wilkerson R.J., Pandya P.K., Zhu Y. et al. Biomechanical analysis of neochordal repair error from diastolic phase inversion of static left ventricular pressurization. *JTCVS Tech.* 2022;12:54–64. <https://doi.org/10.1016/j.jtc.2022.01.009>
 16. Идов Э.М., Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Марченко С.П., Кальной П.С., Бодров Д.А. Экспериментальное исследование механических свойств митрального клапана при дегенеративной патологии. *Клиническая и экспериментальная хирургия.* 2015;3(9):18–24. EDN: UNAGWX
 17. E.M. Idov, G.G. Khubulava, N.N. Shikhverdiev, S.P. Marchenko, P.S. Kalnoy, D.A. Bodrov. Experimental investigation of the strength of the mitral valve in degenerative diseases. *Clin. Experiment. Surg. Petrovsky J.* 2015;3(9):18–24. (In Russ.). EDN: UNAGWX

Информация о вкладе авторов

Евтушенко В.В. – идея статьи, хирургическое лечение пациентов, клиническое ведение пациентов, сбор клинического и инструментального материала, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование текста статьи, окончательное утверждение публикуемой версии рукописи.

Жилина А.Н. – написание текста статьи, обзор литературы, клиническое ведение пациентов, сбор клинического и инструментального материала, статистическая обработка, анализ и интерпретация полученных данных.

Павлюкова Е.Н. – проведение ультразвукового обследования пациентов, сбор, анализ и интерпретация данных, редактирование текста статьи, окончательное утверждение публикуемой версии рукописи.

Евтушенко А.В. – хирургическое лечение пациентов, сбор, анализ и интерпретация данных, редактирование текста статьи, окончательное утверждение публикуемой версии рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Сведения об авторах

Евтушенко Владимир Валериевич, д-р мед. наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, кардиохирургическое отделение № 1, НИИ кардиологии Томского НИМЦ, Томск, <http://orcid.org/0000-0002-5537-0864>.

E-mail: evtushenko.vladimir@gmail.com.

Жилина Александра Николаевна, аспирант, врач-сердечно-сосудистый хирург, кардиохирургическое отделение № 1, НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, Томск, <http://orcid.org/0000-0001-5147-8600>.

E-mail: alexandra.jilina@yandex.ru.

Павлюкова Елена Николаевна, д-р мед. наук, профессор, заведующий научно-исследовательским отделением лучевой и инструментальной диагностики, НИИ им. ак. Е.Н. Мешалкина, Новосибирск, Россия (в период выполнения исследования работала в НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, Томск, Россия), <http://orcid.org/0000-0002-3081-9477>.

E-mail: pavlyukovaelena@yandex.ru.

Евтушенко Алексей Валерьевич, д-р мед. наук, врач-сердечно-сосудистый хирург, заведующий лабораторией пороков сердца отдела хирургии сердца и сосудов, НИИ КПССЗ, Кемерово, <http://orcid.org/0000-0001-8475-4667>.

E-mail: ave@kemcardio.ru.

 **Жилина Александра Николаевна**,
e-mail: alexandra.jilina@yandex.ru.

Information on author contributions

Evtushenko V.V. – idea of the manuscript, surgical treatment of patients, clinical management of patients, collection of clinical and instrumental data, data analysis and interpretation, editing the manuscript, final approval of the manuscript for printing.

Zhilina A.N. – writing of the manuscript, literature review, clinical management of patients, collection of clinical and instrumental data, statistical data processing, analysis and interpretation.

Pavlyukova E.N. – ultrasound examination of patients, data collection, analysis and interpretation, editing the manuscript, final approval of the manuscript for printing.

Evtushenko A.V. – surgical treatment of patients, data collection, analysis and interpretation, editing the manuscript, final approval of the manuscript for printing.

Conflict of interest: the authors do not declare a conflict of interest.

Information about the authors

Vladimir V. Evtushenko, Dr. Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Department of Cardiosurgery № 1, Cardiology Research Institute, Tomsk NRMС, Tomsk, <http://orcid.org/0000-0002-5537-0864>.

E-mail: evtushenko.vladimir@gmail.com.

Aleksandra N. Zhilina, Graduate Student, Cardiovascular Surgeon, Department of Cardiosurgery № 1, Cardiology Research Institute, Tomsk NRMС, Tomsk, <http://orcid.org/0000-0001-5147-8600>.

E-mail: alexandra.jilina@yandex.ru.

Elena N. Pavlyukova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Research Department of Radiology and Instrumental Diagnostics, NRMС named after academician E.N. Meshalkin of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russia (during the study, worked at the Research Institute of Cardiology, Tomsk NRMС, Tomsk, Russia), <http://orcid.org/0000-0002-3081-9477>.

E-mail: pavlyukovaelena@yandex.ru.

Aleksey V. Evtushenko, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Heart Defects, Department of Cardiovascular Surgery, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Кемерово, <http://orcid.org/0000-0001-8475-4667>.

E-mail: ave@kemcardio.ru.

 **Aleksandra N. Zhilina**, e-mail: alexandra.jilina@yandex.ru.

Поступила 08.07.2024;
рецензия получена 05.11.2024;
принята к публикации 04.12.2024.

Received 08.07.2024;
review received 05.11.2024;
accepted for publication 04.12.2024.