

## Реконструктивные операции на подклапанных структурах митрального клапана при remodelировании левого желудочка. Вмешательства на папиллярных мышцах

### Для корреспонденции:

Михаил Сергеевич Латышев, [michlaty@gmail.com](mailto:michlaty@gmail.com)

Поступила в редакцию 19 апреля 2020 г.

Исправлена 5 мая 2020 г.

Принята к печати 28 мая 2020 г.

### Цитировать:

Скопин И.И., Латышев М.С. Реконструктивные операции на подклапанных структурах митрального клапана при remodelировании левого желудочка. Вмешательства на папиллярных мышцах. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020;24(3):32-44. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-3-32-44>

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### ORCID ID

И.И. Скопин, <https://orcid.org/0000-0001-7411-202X>

М.С. Латышев, <https://orcid.org/0000-0003-1771-4264>

© И.И. Скопин, М.С. Латышев, 2020

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### И.И. Скопин, М.С. Латышев

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Тактика лечения пациентов с функциональной митральной недостаточностью IIIb типа (по классификации А. Carpentier) является предметом дискуссий. Использование стандартной методики лечения вторичной митральной недостаточности — гиперкоррекции — демонстрирует субоптимальные результаты у целого ряда пациентов (около 30 % больных после операции имеют гемодинамически значимый возврат митральной недостаточности с отсутствием эффективного обратного remodelирования левого желудочка). Подобные субоптимальные результаты связаны с унификацией единственной методики реконструкции митрального клапана, независимо от состояния левого желудочка (степень его дисфункции, дилатации, наличие тетеринга/тентинга и смещения папиллярных мышц), что не совсем обосновано, поскольку заболелание является комплексным (клапаным и желудочковым) и необходимо воздействовать на оба компонента заболевания. В связи с этим, современные исследователи склоняются к необходимости использования дополнительных реконструктивных вмешательств на подклапанных структурах, которые способствуют более эффективному обратному remodelированию левого желудочка. В статье представлен обзор последних исследований хирургического лечения функциональной митральной недостаточности IIIb типа (по классификации А. Carpentier) с воздействием на подклапанных структурах (сведение и подвешивание папиллярных мышц).

**Ключевые слова:** вмешательство на подклапанных структурах; митральная недостаточность IIIb типа; подвешивание папиллярных мышц; сведение папиллярных мышц

### Актуальность

Функциональная митральная недостаточность (ФМН) является наиболее часто встречающейся патологией среди всех приобретенных пороков сердца в Европе и Америке [1; 2]. В Российской Федерации, по данным Министерства здравоохранения, 107 215 пациентов с ишемической болезнью сердца на 2017 г., с ежегодной смертностью 328,5 на 100 000 тысяч человек; с митральной недостаточностью (МН) при ведущем аортальном пороке 141 105 человек [3].

В настоящее время выделяют два основных типа ФМН (дисфункции митрального клапана) — I и IIIb тип по классификации А. Carpentier (1983). При I типе недостаточность клапана возникает в результате глобального remodelирования левого желудочка (ЛЖ) со значительным увеличением его размеров. В случае IIIb типа происходит симметричное или асимметричное remodelирование сегментов

ЛЖ со смещением одной или обеих папиллярных мышц (в основном задней) с формированием потока регургитации [4].

Заболевание возникает в результате ремоделирования ЛЖ при анатомически нормальной конфигурации митрального клапана (МК) и имеет крайне неблагоприятный прогноз в связи с формированием порочного круга — изменение геометрии ЛЖ приводит к развитию митральной недостаточности, в то время как клапанная регургитация увеличивает объемную перегрузку ЛЖ, которая способствует прогрессированию левожелудочковой недостаточности [5]. Для разрыва порочного круга было предложено большое количество методик как отечественных авторов (Г.И. Цукерман, И.И. Скопин, В.А. Иванов), так и зарубежных (A. Carpentier, E. Grossi, J. Rankin) [6–13]. Основными задачами этих методик является восстановление функции МК и достижение эффективного обратного ремоделирования левого желудочка. Однако решить поставленные задачи достаточно сложно, поскольку, в отличие от первичной МН, воздействовать необходимо как на исходную причину, так и на ее следствие.

С учетом широкого спектра механизмов поражения МК при вторичной МН было предложено большое количество вариантов лечения (воздействий): 1) на уровне клапана (реконструкция, протезирование, чрескожное вмешательство); 2) подклапанном аппарате (реконструктивные операции); 3) желудочке (коронарное шунтирование, геометрическая реконструкция ЛЖ, внешние устройства воздействия на ЛЖ); 4) сочетание методик.

Однако, согласно большому экспертному заключению ведущих кардиохирургов в 2019 г., тактика лечения пациентов с ФМН является крайне спорной и вызывает много дебатов даже в ведущих кардиоторакальных ассоциациях [5]. Во многом это связано с рекомендациями Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology, ESC), Европейской ассоциации кардиоторакальной хирургии (European Association for Cardio-Thoracic Surgery, EACTS), Американской ассоциации сердца (American Heart Association, АНА), Американского кардиологического колледжа (American College of Cardiology, ACC), Американской ассоциации торакальной хирургии (The American Association for Thoracic Surgery, AATS), которые основаны на результатах обсервационных исследований с про-

тиворечивыми результатами при единичных рандомизированных контрольных исследованиях, которые представлены только МН ишемического генеза (Randomized Ischaemic Mitral Evaluation, RIME; Cardiothoracic Surgical Trials Network, CTSN, 2014–2016) [14–23]. В связи с этим у пациентов со вторичной МН практически отсутствует алгоритм лечения.

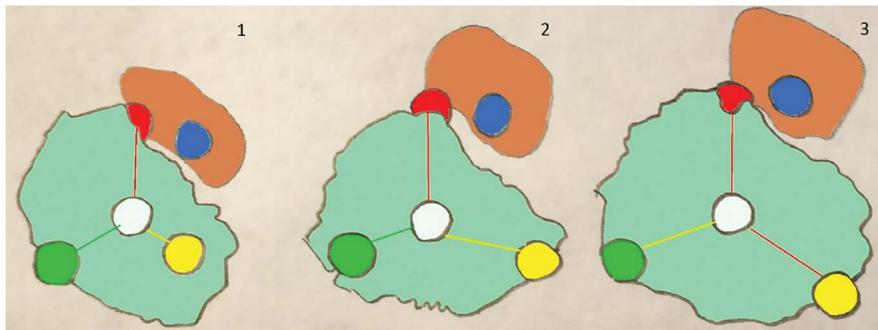
Теоретически пациентам с ФМН нет необходимости в коррекции регургитации, поскольку после устранения ведущей причины должна восстанавливаться геометрия и функция ЛЖ с регрессированием митральной недостаточности. Однако при отсутствии вмешательства на МК результаты крайне непредсказуемые, и у 31–50 % пациентов недостаточность клапана сохраняется или прогрессирует [20–22; 24].

При протезировании МК, по результатам самого крупного мультицентрового рандомизированного контрольного исследования (CTSN 2014, 2016), установлено, что при ФМН практически не происходит обратного ремоделирования ЛЖ, отсутствие которого способствует прогрессированию хронической сердечной недостаточности, что приводит к субоптимальным отдаленным результатам [10; 25–27]. Кроме того, последний крупный метаанализ однозначно демонстрирует, что периоперационная летальность значительно выше у пациентов после протезирования МК по сравнению с его реконструкцией [28].

Также неудовлетворительные результаты демонстрируют стандартные методики реконструкции МК (различные варианты изолированной аннулопластики). Возврат МН через 2 года, по данным CTSN 2014, 2016, составляет 59 %, по сравнению с 3,8 % при протезировании клапана [25–26]. В связи с этим уровень доказательности для реконструктивных операций при ФМН, по данным AATS, снизился с А до В [19].

Подобные субоптимальные результаты связаны с унификацией единственной методики реконструкции МК — гиперкоррекции, независимо от состояния ЛЖ (степень его дисфункции, дилатации, наличия тетеринга/тентинга и смещения папиллярных мышц (ПМ)), что не совсем обосновано, поскольку заболевание является комплексным и существуют совершенно разные механизмы формирования функциональной митральной недостаточности [29].

**Рис. 1.** Эксперимент формирования митральной недостаточности IIIb типа. Вид из верхушки левого желудочка: бледно-зеленый цвет — фиброзное кольцо митрального клапана; зеленый и желтый цвета — головки папиллярных мышц; белая точка — центральная точка фиброзного кольца митрального клапана; красная точка — точка отсчета от задне-медиадального фиброзного треугольника



*Примечание.* 1 — вначале эксперимента; 2 — контрольное исследование после вызова инфаркта миокарда; 3 — контрольное исследование через 8 нед.; папиллярные мышцы при ремоделировании левого желудочка удаляются от центральной части фиброзного кольца кзади и медиолатерально

С учетом сказанного становится понятно, что для эффективной коррекции вторичной МН необходимо использовать различные методики в зависимости от состояния левого желудочка.

В статье представлен обзор последних исследований хирургического лечения ФМН IIIb типа с воздействием на подклапанные структуры (сведение и подвешивание папиллярных мышц).

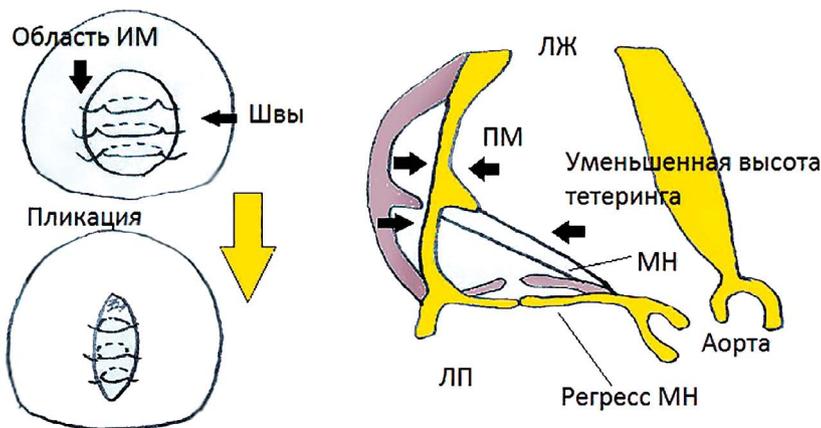
Реконструктивные операции на подклапанных структурах

Необходимость воздействия на подклапанном и желудочковом уровнях при ФМН IIIb типа в числе первых продемонстрировали N. Liel-Cohen с соавт. Исследователи изучали технику желудочкового ремоделирования за счет пликации инфарктной зоны в эксперименте на овцах (n = 10). До начала оперативного этапа выполнялось 3D-эхокардиографическое исследование МК и ЛЖ, после чего краевые ветви огибающей артерии перевязывались для

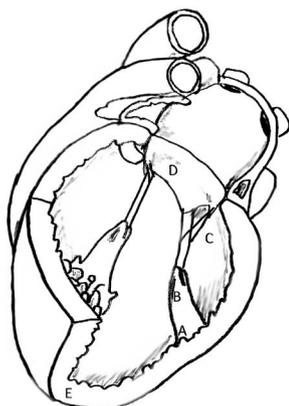
вызова инфаркта задненижней стенки ЛЖ (наиболее частая локализация инфаркта миокарда при ишемической митральной недостаточности (ИМН)). Через 8 нед. выполнялось повторное 3D-эхокардиографическое исследование, по результатам которого наблюдалась дилатация ЛЖ со смещением ПМ кзади и медиолатерально с формированием тетеринга створок и митральной недостаточности (рис. 1) [30].

После контрольного исследования животных брали на повторную операцию для ремоделирования левого желудочка. Инфарктную область ЛЖ снаружи плицировали матрацными швами под контролем чреспищеводного эхокардиографического исследования (рис. 2) [31]. Поскольку длина окружности пропорциональна диаметру миокарда, то за счет уменьшения задней окружности уменьшался переднезадний диаметр (расстояние до передней стенки левого желудочка). За счет умень-

**Рис. 2.** Схема наложения плицирующих матрацных швов и механизм регресса митральной недостаточности. Плицирование инфарктной зоны с целью приближения папиллярных мышц к фиброзному кольцу митрального клапана



**Рис. 3.** Схема точек приложения основных реконструктивных методик при функциональной митральной недостаточности IIIb типа: основание папиллярной мышцы (А); головка папиллярной мышцы (В); сухожильные хорды (С); створки клапана (D); миокард (E)



шения диаметра миокарда к фиброзному кольцу (ФК) МК ближе подтягивалась задняя папиллярная мышца. В дальнейшем, через 10–60 дней, овец повторно брали на операцию, выполнялись исследования и эвтаназия животных.

По результатам исследования, авторы отметили, что во всех случаях удалось добиться регресса МН с достижением эффективной коаптации створок клапана, однако фракция выброса (ФВ) ЛЖ не менялась ( $39 \pm 3$  против  $38 \pm 3$  %). При этом на мит-

ральную недостаточность фракции выброса ЛЖ, конечно-диастолический объем ЛЖ и площадь фиброзного кольца МК не оказывали влияние. Единственным показателем, который влиял на МН, была величина втяжения створок [31].

Работа N. Liel-Cohen с соавт. продемонстрировала возможность эффективной коррекции ФМН за счет использования реконструктивных методик на подклапанном и желудочковом уровнях. Благодаря этому исследованию разработано большое количество подобных методик с различными техническими подходами [32–33]. Основной задачей этих техник является восстановление функции подклапанного аппарата с уменьшением воздействия сил втяжения на створки клапана.

В зависимости от анатомической структуры, на которую оказывается воздействие, выделяют следующие реконструктивные техники: на уровне ПМ (сведение, подвешивание ПМ и их сочетание), сухожильных хорд (резекция вторичных хорд), створок клапана (аугментации передней/задней створки, укорочение задней створки) [34–37] (рис. 3, таблица [38]).

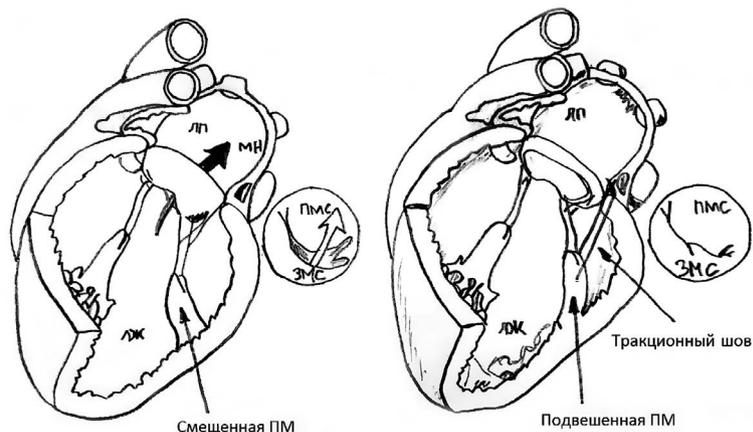
#### Клинические исследования нефропротективных свойств

Точка воздействия	Методика	Исследователь, год	Количество пациентов	Свобода от митральной недостаточности > 3 ст., %
Основание ПМ	Сведением ПМ	S. Waka и соавт., 2015 [39] F. Nappi и соавт., 2016 [40]	108	75,6
	Сведением ПМ кольцом из ePTFE (Sling)	U. Hvass и соавт., 2010 [41]	37	100
Головка ПМ	Подвешивание ПМ	K. Fattouch и соавт., 2012, 2014 [29; 34; 43] F. Roshanali и соавт., 2013 [42]	270	96,7
	Ring + String	F. Langer и соавт. 2009 [35]	30	96
ЗМС	Аугментация ЗМС	B. de Varennes и соавт., 2009 [37]	44	93
	Пликация ЗМС	Y. Au и соавт., 2015 [44]	136	89,6
	Укорочение ЗМС	R. Hetzer и соавт., 2015 [45]	75	93
Сухожильные хорды	Резекция вторичных хорд	M. Borger и соавт., 2007 [36]	43	85

*Примечание.* Период наблюдения не менее 3 лет. ПМ — папиллярные мышцы; ЗМС — задняя митральная створка

**Рис. 4.** Апикальное смещение заднемедиальной папиллярной мышцы приводит к втяжению передней и задней створок в области медиальной комиссуры

*Примечание.* Подвешивание заднемедиальной папиллярной мышцы позволяет получить эффективную коаптацию створок клапана и устранить митральную недостаточность



## Вмешательства на уровне папиллярных мышц

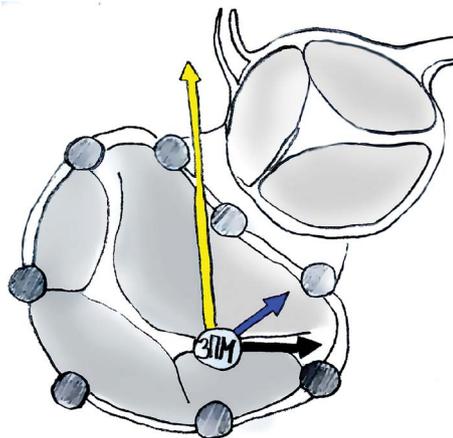
### 1. Подвешивание папиллярных мышц (Papillary muscle relocation)

В 2002 г. I.L. Kron с соавт. предложили методику для лечения ИМН IIIb типа [46]. Техника изначально создавалась для коррекции изолированного втяжения сегмента РЗ (наиболее частый вариант ИМН IIIb типа). Согласно первоначальному варианту техники, до начала имплантации опорного кольца (ОК) накладывается полипропиленовый шов 3/0 через фибрированную часть верхушки головки задней ПМ, затем шов выводится через ФК кзади от правого фиброзного треугольника. Имплантируется полужесткое ОК, на основании гидравлической пробы определяется величина натяжения шва (расстояние от верхушки ПМ до ФК) (рис. 4) [46].

I.L. Kron выполнил вариант подвешивания ПМ 18 пациентам с трансмуральным ИМ и МН 2–3-й ст. Через 2 мес. у 15 пациентов не было выявлено регургитации на клапане, у 3 пациентов была регургитация до 1-й ст.

F.A. Tibayan с соавт. выдвинули гипотезу, что при реконструкции, предложенной I.L. Kron с соавт., расстояние между митрально-аортальным контактом и заднемедиальной ПМ играет ключевую роль для эффективной коррекции митральной недостаточности [47]. F. Langer с соавт. проверили это предположение, и оказалось, что приближение заднемедиальной ПМ непосредственно к митрально-аортальному контакту или несколько под углом не приводит к снижению митральной

недостаточности. Напротив, непосредственное приближение задней ПМ к правому фиброзному треугольнику позволило снизить степень митральной недостаточности. При этом непосредственной проблемы реконструктивных техник на подклапанных структурах — нарушение экскурсии передней митральной створки — не наблюдалось. Более того, наложение шва в этой области позволяет избежать такого осложнения, как SAM-синдром (англ. systolic anterior motion) (рис. 5) [48].



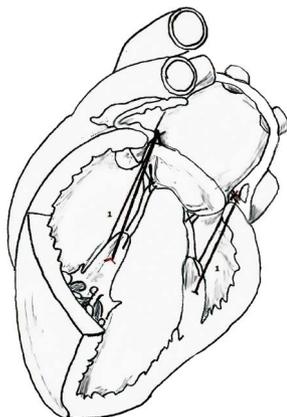
**Рис. 5.** Схема различных направлений подвешивания заднемедиальной папиллярной мышцы: голубая стрелка — направление приведения папиллярной мышцы к митрально-аортальному контакту; черная стрелка — направление подвешивания папиллярной мышцы при методике I.L. Kron; желтая стрелка — направление приведения папиллярной мышцы при методике String

*Примечание.* ЗПМ — задняя папиллярная мышца

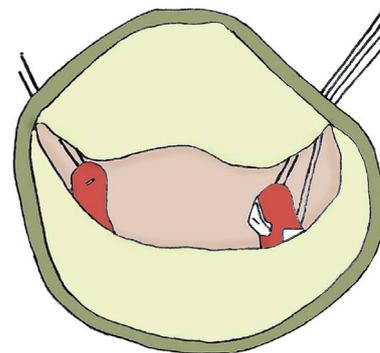
**Рис. 6.** Методика подвешивания папиллярной мышцы в модификации E. Girdauskas

Примечание.

1 — П-образные швы ePTFE 3/0 на прокладках



**Рис. 7.** Схема подвешивания папиллярных мышц в модификации K. Fattouch с соавт.



Исследователи под руководством E. Girdauskas пришли к выводу, что при значительной дилатации ЛЖ (конечно-диастолический размер ЛЖ > 6 см) подвешивание только одной ПМ неэффективно [49]. Авторы предложили ряд изменений:

- 1) подвешиваются обе ПМ;
- 2) фиксация швов осуществляется через жесткое ОК малых размеров (гиперкоррекция);
- 3) выполнение методики из миниинвазивного торакоскопического доступа.

Техника модификации следующая. Через среднюю часть ствола обеих ПМ накладываются П-образные швы ePTFE 3/0 на прокладках. Оба шва выводятся через заднее ФК: шов от переднелатеральной ПМ через область сегмента P1, шов от заднемедиальной ПМ через область сегмента P3. Для лучшей визуализации и более безопасного выполнения этого маневра на свободный край задней створки или первичные хорды можно наложить тракционные швы. Имплантируется ОК (28/30), швы от ПМ проводятся через ОК в соответствующей проекции сегментов P1 и P3. В полость ЛЖ заливается физиологический раствор для имитации максимально возможного втяжения створок клапана. Оба шва подтягиваются до достижения легкого псевдопролапса передней створки, после швы завязываются и дополнительно клипируются (рис. 6). Подобная модификация методики позволяет максимально увеличить подвижность передней створки и нивелировать тетеринг [49].

В исследовании E. Girdauskas изучались пациенты (n = 10) с IIIb типом ФМН, фракцией выброса ЛЖ ≤ 40 %, конечно-диастолическим размером

ЛЖ > 60 мм, высотой тетеринга > 10 мм обеих створок. Этиологически у 40 % пациентов имелась ИМН, у 60 % — митрализация. Период наблюдения в исследовании составил 10 ± 6 мес. (максимальный — 20 мес.). В отдаленном послеоперационном периоде у 70 % пациентов отсутствовала МН, у 30 % пациентов наблюдалась 1-я ст. МН, смертельных исходов не было [49].

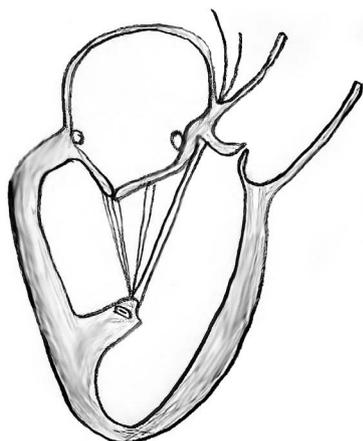
Группа ученых под руководством K. Fattouch предложили модификацию методики [29]:

1. Оба шва фиксируются к ОК, что, по мнению авторов, позволяет надежнее фиксировать швы и папиллярные мышцы.

2. Швы накладываются через ствол ПМ. Такой маневр позволяет быстрее выполнить реконструкцию и надежнее фиксировать ПМ, несмотря на имеющийся риск их ишемии. Исследователи полагают, что использование нити ePTFE с прокладками позволяет избежать этого осложнения. В представленной авторами серии не выявлено ишемии папиллярных мышц.

3. Всегда используется методика гиперкоррекции (28/30 ОК), поскольку, несмотря на подвешивание ПМ, не оказывается воздействие на базальные хорды, которые отходят от задненижней стенки ЛЖ и крепятся к желудочковой поверхности задней створки. В связи с этим, после подвешивания ПМ возможен остаточный тетеринг сегмента P2 с формированием резидуальной митральной недостаточности. Кроме того, несмотря на уменьшение втяжения створок, высота коаптации между центральными сегментами (A2-P2) может быть нарушена из-за недостаточной длины пе-

Рис. 8. Схема методики F. Langer с соавт.



редней створки в области сегмента A2 (в среднем длина створки у пациентов с IIIb типом ФМН около 25–28 мм). Таким образом, за счет имплантации ОК малого размера удастся уменьшить септолательный размер и тем самым увеличить глубину коаптации центральных сегментов.

4. Необходимо подвешивать обе ПМ для обеспечения адекватной коаптации всех сегментов створок клапана, поскольку болезнь является желудочковой и нарушена вся геометрия подклапанных структур.

Технически К. Fattouch, как и Е. Girdauskas, выводит швы через ипсилатеральные части ФК, однако автор проводит их через одну головку переднелатеральной ПМ и две головки заднемедиальной ПМ (передняя и задняя) (рис. 7) [29].

К. Fattouch с соавт. исследовали пациентов с IIIb типом ИМН, которые были разделены на две группы: с изолированной гиперкоррекцией и гиперкоррекцией с подвешиванием папиллярной мышцы ( $n = 55$ ). Через 5 лет наблюдения была выявлена незначительная разница в свободе от сердечно-ассоциированных смертей ( $90,9 \pm 1,8$  против  $89,0 \pm 1,6$  %,  $p = 0,82$ ), значимая в свободе от сердечно-ассоциированных осложнений ( $83,0 \pm 2,1$  против  $1,2$  %,  $p < 0,01$ ). Возврат МН  $\geq 2$ -й ст. составил  $3,7$  против  $11,5$  % соответственно. Также была выявлена значимая разница в площади тентинга и тетеринге между группами ( $p < 0,01$ ) [29].

Ф. Langer с соавт. предложили вариант подвешивания ПМ (методика Ring + String) с учетом невозможности выполнения реконструкции в ряде случаев из-за недостаточной экспозиции. После

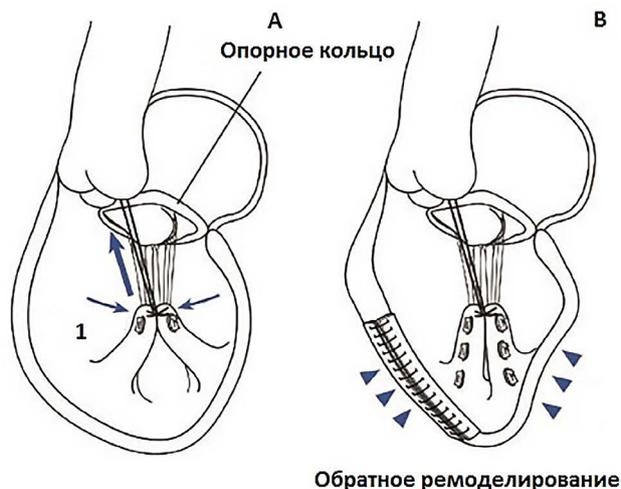
гиперкоррекции выполняется горизонтальная аортотомия, специальным ретрактором отводится правая коронарная створка, и создается отличная экспозиция обеих групп папиллярных мышц. Накладывается шов ePTFE 4/0 с тефлоновой прокладкой (String) через головку задней ПМ, проводится через заднесептальную часть ФК (Saddle Horn) и выводится через аортальную стенку под комиссурой между некоронарной и левой коронарной створкой (рис. 8). Ушиваются кардиотомные разрезы, стабилизируется гемодинамика, под контролем чреспищеводной эхокардиографии определяется величина натяжения шва, и он завязывается [50].

В исследование Ф. Langer с соавт. вошли пациенты с ИМН IIIb типа и тетерингом  $> 10$  мм ( $n = 30$ ). Средний период наблюдения составил 3 года, регургитация до 1-й ст. — 96 %, 1-й ст. — 4 % [35].

Высокая эффективность методики, по мнению авторов, связана с применением межжелудочкового шва String, который выполняет функцию хорды третьего порядка, фактически «ремня безопасности», ограничивающего локальное обратное ремоделирование миокарда. При использовании данной методики необходимо выполнять поперечную аортотомию и накладывать шов под прямым контролем зрения, чтобы не повредить створки аортального клапана. Вторым важным моментом техники является затягивание шва на работающем сердце после стабилизации гемодинамики [50].

## 2. Сведение папиллярных мышц (Papillary muscle approximation)

Методика направлена на восстановление конфигурации подклапанного аппарата и уменьшение натяжения створок митрального клапана. Величину сведения ПМ определяют на основании тяжести ремоделирования левого желудочка (наличие рубца). Используются два основных варианта сведения ПМ — полное и частичное. Неполное сведение заключается в частичном сведении средних частей головок ПМ (используется матрацный шов полипропиленовой или ePTFE нити 3/0) доступом через митральный или аортальный клапан. При наличии трансмурального рубца передней стенки ЛЖ применяется полное сведение ПМ через разрез передней стенки левого желудочка. Завершается реконструкция ремоделирующей аннулопластикой или



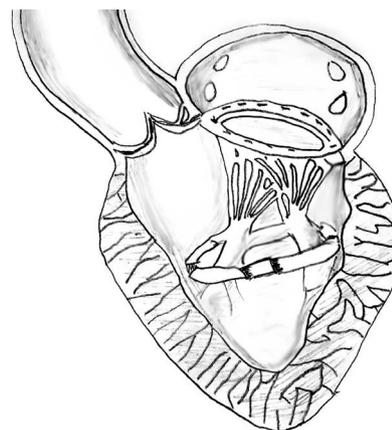
**Рис. 9.** Полное и частичное сведение папиллярных мышц в сочетании с подвешиванием и аннулопластикой на опорном кольце: частичное сведение папиллярных мышц с подвешиванием и аннулопластикой на опорном кольце (А); полное сведение папиллярных мышц в сочетании с подвешиванием, реконструкцией левого желудочка и аннулопластикой на опорном кольце (В)

*Примечание.* 1 — эффект антитетеринга

гиперкоррекцией с использованием полужестких или жестких опорных колец (рис. 9) [51].

U. Hvass с соавт. предложили модификацию методики сведения ПМ — Sling, которая заключается в сведении ПМ опорного кольца из ePTFE с одновременной гиперкоррекцией [53]. Тупым диссектором заводится кольцо из ePTFE (4 мм) через трабекулы в области основания заднемедиальной ПМ для профилактики возможного смещения ее вперед. В кольцо захватывается передняя ПМ, кольцо затягивается, сближая ПМ (достаточно плотно, чтобы не было зазоров, но не слишком сильно, чтобы не вызвать ишемию), и закрывается швами (рис. 10) [53].

Эффективность методики изучалась в нескольких обсервационных и одном рандомизированном контрольном исследованиях [29; 34; 40; 42; 51]. В рандомизированном контрольном исследовании сравнивались сведение папиллярной мышцы и гиперкоррекция (n = 48) с гиперкоррекцией (n = 48) для пациентов с ИМН тяжелой степени [42]. Разницы в 30-дневной смертности выявлено не было (6,2 % для сведения папиллярной мышцы и гиперкоррекции против 8,3 % для гиперкоррекции). Возврат



**Рис. 10.** Методика Sling — сочетание техник сведения папиллярной мышцы опорного кольца ePTFE и гиперкоррекции

МН > 3-й ст. в течение 5 лет был существенно выше в группе гиперкоррекции — 56 против 27 % в сочетанной процедуре (p = 0,013). Кроме того, было получено более эффективное обратное ремоделирование ЛЖ (-5,8 мм конечно-диастолический размер ЛЖ против -0,2 мм после гиперкоррекции в течение 5 лет, p < 0,001). Существенной разницы в 5-летней смертности выявлено не было (23 % после сочетанной процедуры против 29 % при гиперкоррекции, p = 0,496), но имелась тенденция к большей свободе от сердечных и цереброваскулярных осложнений после сочетанной методики [отношение рисков 0,66 (0,42–1,04), p = 0,073]. Большинство результатов было изучено для ИМН, однако некоторые авторы изучали и митрализацию. По их данным, имеется более эффективное обратное ремоделирование после сочетанной операции по сравнению с изолированной гиперкоррекцией [29; 34; 40; 42; 51].

### Заключение

Митральную недостаточность при ремоделировании ЛЖ с втяжением створок клапана (IIIb тип по классификации A. Carpentier) часто называют функциональной. Подобный термин является не совсем верным, поскольку регресса МН после коррекции ведущей причины, как правило, не происходит. Более того, имеются значимые изменения фиброзного кольца и папиллярных

мышц, а также снижение «запирательных сил» левого желудочка [5].

Тактика лечения пациентов с ФМН IIIb типа является причиной многих дебатов. Использование стандартной методики лечения вторичной МН — гиперкоррекции — демонстрирует субоптимальные результаты у целого ряда пациентов (около 30 % больных после операции имеют гемодинамически значимый возврат МН с отсутствием эффективного обратного ремоделирования левого желудочка) [20; 54–56].

Для выявления данной группы пациентов можно использовать сложные эхокардиографические алгоритмы [57–60], однако в клинической практике гораздо проще использовать такой показатель, как высота втяжения створок клапана — тетеринг. При высоте тетеринга > 10 мм многие исследователи рекомендуют использовать дополнительные реконструктивные вмешательства на подклапанных структурах, которые способствуют более эффективному обратному ремоделированию левого желудочка [2].

Данные методики достаточно подробно описаны в обзоре С.Г. Mihos и О. Santana, тем не менее выбрать общепринятую методику авторы исследования не смогли, поскольку обзор сфокусирован на функциональных особенностях техник по сравнению со стандартной аннулопластикой [61].

В метаанализе Е.К. Harmel с соавт. изучали эффективность применения подклапанных методик при МН IIIb типа (ишемический генез 97,6 %, митрализация — 2,4 %) [38]. Несомненным плюсом работы является включение исследований с отдаленными результатами более 3 лет.

Суммарно результаты обоих метаанализов демонстрируют более высокую эффективность методик с воздействием на подклапанных структурах по сравнению со стандартными вариантами лечения (гиперкоррекция или протезирование клапана) [2].

С нашей точки зрения, данные методики достаточно перспективны, и их применение может значительно улучшить результаты хирургического лечения МН IIIb типа. Тем не менее необходимо большее количество исследований.

## Список литературы / References

1. Yancy C.W., Jessup M., Bozkurt B., Butler J., Casey D.E. Jr, Colvin M.M., Drazner M.H., Filippatos G.S., Fonarow G.C., Givertz M.M., Hollenberg S.M., Lindenfeld J., Masoudi F.A., McBride P.E., Peterson P.N., Stevenson L.W., Westlake C. 2017 ACC/AHA/HFSA focused update of the 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(6):776-803. PMID: 28461007. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.04.025>
2. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G.F., Coats A.J.S., Falk V., González-Juanatey J.R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M.C., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P., ESC Scientific Document Group. 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2016;37(27):2129-2200. PMID: 27206819. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
3. *Здравоохранение в России. 2017: Стат. сб. М.; 2017. [Healthcare in Russia. 2017: festschrift. Moscow, 2017. (In Russ.)]*
4. Carpentier A. Cardiac valve surgery — the “French correction”. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;86(3):323-337. PMID: 6887954.
5. Petrus A.H.J., Klautz R.J.M., De Bonis M., Langer F., Schäfers H.-J., Wakasa S., Vahanian A., Obadia J.-F., Assi R., Acker M., Siepe M., Braun J. The optimal treatment strategy for secondary mitral regurgitation: a subject of ongoing debate. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;56(4):631-642. PMID: 31535695. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezz238>
6. Цукерман Г.И., Скопин И.И., Мота О.Р., Чернявская З.В., Муратов Р.М., Колесник Т.Ф., Логинова Л.И., Зайцев В.В. Новые аспекты хирургического лечения сочетанных поражений клапанов сердца и коронарных артерий. *Первый Всесоюзный съезд сердечно-сосудистых хирургов. Тезисы докладов и сообщений*; 1990. С. 128-131. [Zuckerman G.I., Skopin I.I., Mota O.R., Chernavskaya Z.V., Muratov R.M., Kolesnik T.F., Loginova L.I., Zaytcev V.V. *New aspects of surgical treatment of combined disease of the heart valves and coronary arteries*. In: First All-Union Congress of Cardiovascular Surgeons. Abstracts of reports and reports; 1990. P. 128-131].
7. Цукерман Г.И., Скопин И.И., Поморцева Л.В., Борш П.А., Муратов Р.М., Кузнецhevский Ф.В. Сложные реконструктивные операции на митральном клапане. *Первый Всесоюзный съезд сердечно-сосудистых хирургов Тезисы докладов и сообщений*. 1990. С. 45-48. [Zuckerman G.I., Skopin I.I., Pomortseva L.V., Borsh P.A., Muratov R.M., Kuznechevskiy F.V. *Complex mitral valve reconstruction*. In: First All-Union Congress of Cardiovascular Surgeons Abstracts of reports and reports; 1990. P. 45-48].
8. Чигогидзе Н.А., Скопин И.И., Борш П.А. Региональная и общая функция левого желудочка сердца после реконструктивных операций и протезирования митрального клапана. *Анналы хирургии*. 1990;5:29-33. [Chigogidze N.A., Skopin I.I., Borsh P.A. Regional and general function of the left ventricle of the heart after reconstructive operations

- and mitral valve replacement. *Russian Journal of Surgery*. 1990;5:29-33. (In Russ.)]
9. Скопин И.И., Мироненко В.А., Куц Э.В., Какабаев Б.Т., Перепилица А.А., Дмитриева Ю.С., Мироненко М.Ю. Варианты коррекции относительной митральной недостаточности у больных с аортальным пороком при дилатации левого желудочка и сниженной фракцией выброса. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2010;4:5-6. [Skopin I.I., Mironenko V.A., Kuts E.V., Kakabaev B.T., Perepelitsa A.A., Dmitrieva Yu.S., Mironenko M.Yu. Correction options for secondary mitral insufficiency in patients with aortic valve disease during dilatation of the left ventricle and a reduced ejection fraction. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2010;4:5-6. (In Russ.)]
  10. Иванов В.А., Попов С.О. Ремоделирование левого желудочка при протезировании митрального клапана. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2013;8(6):56-60. [Ivanov V.A., Popov S.O. Remodeling of the left cardiac ventricle during mitral valve prosthetics. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2013;8(6):56-60. (In Russ.)]
  11. Carpentier A. *Ischemic mitral valve insufficiency*. In: Capentier A., Starr A., editors. *Surgery of mitral valve and left atrium*. Paris; 1990.
  12. Grossi E.A., Goldberg J.D., LaPietra A., Ye X., Zakow P., Sussman M., Delianides J., Culliford A.T., Esposito R.A., Ribakove G.H., Galloway A.C., Colvin S.B. Ischemic mitral valve reconstruction and replacement: comparison of long-term survival and complications. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;112(6):1107-1124. PMID: 11726886. <https://doi.org/10.1067/mtc.2001.116945>
  13. Rankin J.S., Hickey M.S., Smith L.R., Muhlbaier L., Reves J.G., Pryor D.B., Wechsler A.S. Ischemic mitral regurgitation. *Circulation*. 1989;79(6 Pt 2):1116-121. PMID: 2655971.
  14. Rossi A., Dini F.L., Faggiano P., Agricola E., Ciccoira M., Frattini S., Simioniuc A., Gullace M., Ghio S., Enriquez-Sarano M., Temporelli P.L. Independent prognostic value of functional mitral regurgitation in patients with heart failure. A quantitative analysis of 1256 patients with ischaemic and non-ischaemic dilated cardiomyopathy. *Heart*. 2011;97(20):1675-1680. PMID: 21807656. <https://doi.org/10.1136/hrt.2011.225789>
  15. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Guyton R.A., O'Gara P.T., Ruiz C.E., Skubas N.J., Sorajja P., Sundt T.M. 3rd, Thomas J.D., American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63:e57-e185. PMID: 24603191. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.02.536>
  16. Sousa-Uva M., Neumann F.-J., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U., Byrne R.A., Collet J.-P., Falk V., Head S.J., Juni P., Kastrati A., Koller A., Kristensen S.D., Niebauer J., Richter D.J., Seferovic P.M., Sibbing D., Stefanini G.G., Windecker S., Yadav R., Zembala M.O., ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;55(1):4-90. PMID: 30165632. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy289>
  17. Hillis L.D., Smith P.K., Anderson J.L., Bittl J.A., Bridges C.R., Byrne J.G., Cigarroa J.E., Disesa V.J., Hiratzka L.F., Hutter A.M. Jr, Jessen M.E., Keeley E.C., Lahey S.J., Lange R.A., London M.J., Mack M.J., Patel M.R., Puskas J.D., Sabik J.F., Selnes O., Shahian D.M., Trost J.C., Winniford M.D., American College of Cardiology Foundation, American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society of Thoracic Surgeons. 2011 ACCF/AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(24):e123-e210. PMID: 22070836. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.009>
  18. American Association for Thoracic Surgery Ischemic Mitral Regurgitation Consensus Guidelines Writing Committee, Kron I.L., Acker M.A., Adams D.H., Ailawadi G., Bolling S.F., Hung J.W., Lim D.S., LaPar D.J., Mack M.J., O'Gara P.T., Parides M.K., Puskas J.D. 2015 The American Association for Thoracic Surgery Consensus Guidelines: Ischemic mitral valve regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(4):940-956. PMID: 26995621. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.08.127>
  19. AATS Ischemic Mitral Regurgitation Consensus Guidelines Writing Committee, Kron I.L., LaPar D.J., Acker M.A., Adams D.H., Ailawadi G., Bolling S.F., Hung J.W., Lim D.S., Mack M.J., O'Gara P.T., Parides M.K., Puskas J.D. 2016 update to The American Association for Thoracic Surgery (AATS) consensus guidelines: Ischemic mitral valve regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;153(5):e97-e114. PMID: 28411753. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.01.031>
  20. Chan K.M., Punjabi P.P., Flather M., Wage R., Symmonds K., Roussin I., Rahman-Haley S., Pennell D.J., Kilner P.J., Dreyfus G.D., Pepper J.R., RIME Investigators. Coronary artery bypass surgery with or without mitral valve annuloplasty in moderate functional ischemic mitral regurgitation: final results of the randomized ischemic mitral evaluation (RIME) trial. *Circulation*. 2012;126(21):2502-2510. PMID: 23136163. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.143818>
  21. Smith P.K., Puskas J.D., Ascheim D.D., Voisine P., Gelijns A.C., Moskowitz A.J., Hung J.W., Parides M.K., Ailawadi G., Perrault L.P., Acker M.A., Argenziano M., Thourani V., Gammie J.S., Miller M.A., Pagé P., Overbey J.R., Bagiella E., Dagenais F., Blackstone E.H., Kron I.L., Goldstein D.J., Rose E.A., Moquete E.G., Jeffries N., Gardner T.J., O'Gara P.T., Alexander J.H., Michler R.E., Cardiothoracic Surgical Trials Network Investigators. Surgical treatment of moderate ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med*. 2014;371(23):2178-2188. PMID: 25405390, PMCID: PMC4303577. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1410490>
  22. Michler R.E., Smith P.K., Parides M.K., Ailawadi G., Thourani V., Moskowitz A.J., Acker M.A., Hung J.W., Chang H.L., Perrault L.P., Gillinov A.M., Argenziano M., Bagiella E., Overbey J.R., Moquete E.G., Gupta L.N., Miller M.A., Taddei-Peters W.C., Jeffries N., Weisel R.D., Rose E.A., Gammie J.S., DeRose J.J. Jr, Puskas J.D., Dagenais F., Burks S.G., El-Hamamsy I., Milano C.A., Atluri P., Voisine P., O'Gara P.T., Gelijns A.C., CTSN. Two-year outcomes of surgical treatment of moderate ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med*. 2016;374(20):1932-1941. PMID: 27040451, PMCID: PMC4908820. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1602003>
  23. Fattouch K., Guccione F., Sampognaro R., Panzarella G., Corrado E., Navarra E., Calvaruso D., Ruvolo G. POINT: efficacy of adding mitral valve restrictive annuloplasty to coronary artery bypass grafting in patients with moderate ischemic mitral valve regurgitation: a randomized trial. *J Thorac*

- Cardiovasc Surg.* 2009;138(2):278-285. PMID: 19619766. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2008.11.010>
24. Aklog L., Filsoufi F., Flores K.Q., Chen R.H., Cohn L.H., Nathan N.S., Byrne J.G., Adams D.H. Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation.* 2001;104:168-175. PMID: 11568033. <https://doi.org/10.1161/hc37t1.094706>
  25. Acker M.A., Parides M.K., Perrault L.P., Moskowitz A.J., Gelijns A.C., Voisine P., Smith P.K., Hung J.W., Blackstone E.H., Puskas J.D., Argenziano M., Gammie J.S., Mack M., Ascheim D.D., Bagiella E., Moquete E.G., Ferguson T.B., Horvath K.A., Geller N.L., Miller M.A., Woo Y.J., D'Alessandro D.A., Ailawadi G., Dagenais F., Gardner T.J., O'Gara P.T., Michler R.E., Kron I.L., CTSN. Mitral-valve repair versus replacement for severe ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med.* 2014;370(1):23-32. PMID: 24245543, PMCID: PMC4128011. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1312808>
  26. Goldstein D., Moskowitz A.J., Gelijns A.C., Ailawadi G., Parides M.K., Perrault L.P., Hung J.W., Voisine P., Dagenais F., Gillinov A.M., Thourani V., Argenziano M., Gammie J.S., Mack M., Demers P., Atluri P., Rose E.A., O'Sullivan K., Williams D.L., Bagiella E., Michler R.E., Weisel R.D., Miller M.A., Geller N.L., Taddei-Peters W.C., Smith P.K., Moquete E., Overbey J.R., Kron I.L., O'Gara P.T., Acker M.A., CTSN. Two-year outcomes of surgical treatment of severe ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med.* 2016;374(4):344-353. PMID: 26550689, PMCID: PMC4908819. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1512913>
  27. Иванов В.А., Попов С.О., Кашин В.Ю., Константинов Б.А. Сохранение подклапанного аппарата при протезировании митрального клапана. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2007;7:36-40. [Ivanov V.A., Popov S.O., Kashin V. Ju., Konstantinov B.A. Preservation of subvalvular mechanism at mitral valve replacement. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2007;7:36-40. (In Russ.)]
  28. Salmasi M.Y., Acharya M., Humayun N., Baskaran D., Hubbard S., Vohra H. Is valve repair preferable to valve replacement in ischaemic mitral regurgitation? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;50(1):17-28. PMID: 27009102. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw053>
  29. Fattouch K., Lancellotti P., Castrovinci S., Murana G., Sampognaro R., Corrado E., Caruso M., Speziale G., Novo S., Ruvolo G. Papillary muscle relocation in conjunction with valve annuloplasty improve repair results in severe ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143(6):1352-1355. PMID: 22050990. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.09.062>
  30. Otsuji Y., Handschumacher M.D., Schwammenthal E., Jiang L., Song J.K., Guerrero J.L., Vlahakes G.J., Levine R.A. Insights from three-dimensional echocardiography into the mechanism of functional mitral regurgitation: direct in vivo demonstration of altered leaflet tethering geometry. *Circulation.* 1997;96(6):1999-2008. PMID: 9323092. <https://doi.org/10.1161/01.cir.96.6.1999>
  31. Liel-Cohen N., Guerrero J.L., Otsuji Y., Handschumacher M.D., Rudski L.G., Hunziker P.R., Tanabe H., Scherrer-Crosbie M., Sullivan S., Levine R.A. Design of a new surgical approach for ventricular remodeling to relieve ischemic mitral regurgitation: insights from 3-dimensional echocardiography. *Circulation.* 2000;101(23):2756-2763. PMID: 10851215. <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.23.2756>
  32. De Bonis M., Lapenna E., Barili F., Nisi T., Calabrese M., Pappalardo F., La Canna G., Pozzoli A., Buzzatti N., Giacomini A., Alati E., Alfieri O. Long-term results of mitral repair in patients with severe left ventricular dysfunction and secondary mitral regurgitation: does the technique matter? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;50(5):882-889. PMID: 27126133. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw139>
  33. Athanasopoulos L.V., Casula R.P., Punjabi P.P., Abdullahi Y.S., Athanasiou T. A technical review of subvalvular techniques for repair of ischaemic mitral regurgitation and their associated echocardiographic and survival outcomes. *Interact CardioVasc Thorac Surg.* 2017;25(6):975-982. PMID: 28641393. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivx187>
  34. Fattouch K., Castrovinci S., Murana G., Dioguardi P., Guccione F., Nasso G., Speziale G. Papillary muscle relocation and mitral annuloplasty in ischemic mitral valve regurgitation: midterm results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(5):1947-1950. PMID: 24656671. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.02.047>
  35. Langer F., Kunihara T., Hell K., Schramm R., Schmidt K.I., Aicher D., Kindermann M., Schäfers H.-J. RING+STRING: successful repair technique for ischemic mitral regurgitation with severe leaflet tethering. *Circulation.* 2009;120(11 Suppl):S85-S91. PMID: 19752391. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840173>
  36. Borger M.A., Murphy P.M., Alam A., Fazel S., Maganti M., Armstrong S., Rao V., David T.E. Initial results of the chordal-cutting operation for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133(6):1483-1492. PMID: 17532944. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2007.01.064>
  37. de Varennes B., Chaturvedi R., Sidhu S., Côté A.V., Shan W.L.P., Goyer C., Hatzakorzian R., Buithieu J., Sniderman A. Initial results of posterior leaflet extension for severe type IIIb ischemic mitral regurgitation. *Circulation.* 2009;119(21):2837-2843. PMID: 19451349. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.831412>
  38. Harmel E.K., Reichenspurner H., Girdauskas E. Subannular reconstruction in secondary mitral regurgitation: a meta-analysis. *Heart.* 2018;104(21):1783-1790. PMID: 29535228. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-312277>
  39. Wakasa S., Shingu Y., Ooka T., Katoh H., Tachibana T., Matsui Y. Surgical strategy for ischemic mitral regurgitation adopting subvalvular and ventricular procedures. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;21(4):370-377. PMID: 25740449, PMCID: PMC4904874. <https://doi.org/10.5761/atcs.0a.14-00204>
  40. Nappi F., Lusini M., Spadaccio C., Nenna A., Covino E., Acar C., Chello M. Papillary Muscle approximation Versus restrictive annuloplasty alone for severe ischemic Mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(20):2334-2346. PMID: 27199056. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.478>
  41. Hvass U., Joudinaud T. The papillary muscle sling for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139(2):418-423. PMID: 20106402. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.08.007>
  42. Roshanali F., Vedadian A., Shoar S., Naderan M., Mandegar M.H. Efficacy of papillary muscle approximation in preventing functional mitral regurgitation recurrence in high-risk patients with ischaemic cardiomyopathy and mitral regurgitation. *Acta Cardiol.* 2013;68(3):271-278. PMID: 23882872. <https://doi.org/10.1080/ac.68.3.2983421>
  43. Fattouch K., Murana G., Castrovinci S., Nasso G., Speziale G. The role of papillary muscle relocation in ischemic mitral valve regurgitation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;24(4):246-253. PMID: 23465672. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2012.12.002>

44. Ay Y., Erkin A., Kara I., Aydin C., Ay N.K., Zeybek R. Posterior leaflet segment 2 plication in ischemic mitral regurgitation repair. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2015;23(5):517-524. PMID: 25114326. <https://doi.org/10.1177/0218492314547088>
45. Hetzer R., Solowjowa N., Siniawski H., Delmo Walter E.M. Posterior annulus shortening increases leaflet coaptation in ischemic mitral incompetence: a new and valid technique. *Ann Cardiothorac Surg.* 2015;4(3):238-248. PMID: 26309825, PMCID: PMC4533082. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2015.04.07>
46. Kron I.L., Green G.R., Cope J.T. Surgical relocation of the posterior papillary muscle in chronic ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(2):600-601. PMID: 12173864. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(02\)03749-9](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(02)03749-9)
47. Tibayan F.A., Rodriguez F., Langer F., Zasio M.K., Bailey L., Liang D., Daughters G.T., Ingels N.B., Miller D.C. Annular or subvalvular approach to chronic ischemic mitral regurgitation? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;129(6):1266-1275. PMID: 15942566. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.01.021>
48. Langer F., Rodriguez F., Ortiz S., Cheng A., Nguyen T.C., Zasio M.K., Liang D., Daughters G.T., Ingels N.B., Miller D.C. Subvalvular repair the key to repairing ischemic mitral regurgitation? *Circulation.* 2005;112(9 Suppl):I383-I389. PMID: 16159851. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.523464>
49. Girdauskas E., Conradi L., Harmel E.K., Reichenspurner H. Minimally invasive mitral valve annuloplasty with realignment of both papillary muscles for correction of type iiib functional mitral regurgitation. *Innovations (Phila).* 2017;12(5):329-332. PMID: 28991057. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000402>
50. Langer F., Schäfers H.-J. RING plus STRING: papillary muscle repositioning as an adjunctive repair technique for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;133(1):247-249. PMID: 17198821. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.04.059>
51. Wakasa S., Kubota S., Shingu Y., Ooka T., Tachibana T., Matsui Y. The extent of papillary muscle approximation affects mortality and durability of mitral valve repair for ischemic mitral regurgitation. *J Cardiothorac Surg.* 2014;9:98. PMID: 24893928, PMCID: PMC4066289. <https://doi.org/10.1186/1749-8090-9-98>
52. Shingu Y., Yamada S., Ooka T., Tachibana T., Kubota S., Tsutsui H., Matsui Y. Papillary muscle suspension concomitant with approximation for functional mitral regurgitation. *Circ J.* 2009;73(11):2061-2067. PMID: 19745554. <https://doi.org/10.1253/circj.09-0129>
53. Hvass U., Joudinaud T. The papillary muscle sling for ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139(2):418-423. PMID: 20106402. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.08.007>
54. Braun J., van de Veire N.R., Klautz R.J.M., Versteegh M.I.M., Holman E.R., Westenberg J.J.M., Boersma E., van der Wall E.E., Bax J.J., Dion R.A.E. Restrictive mitral annuloplasty cures ischemic mitral regurgitation and heart failure. *Ann Thorac Surg.* 2008;85(2):430-436; discussion 436-437. PMID: 18222238. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2007.08.040>
55. Grossi E.A., Woo Y.J., Patel N., Goldberg J.D., Schwartz C.F., Subramanian V.A., Genco C., Goldman S.M., Zenati M.A., Wolfe J.A., Mishra Y.K., Trehan N. Outcomes of coronary artery bypass grafting and reduction annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation: a prospective multicenter study (randomized evaluation of a surgical treatment for off-pump repair of the mitral valve). *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;141(1):91-97. PMID: 21168015. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.08.057>
56. Fattouch K., Guccione F., Sampognaro R., Panzarella G., Corrado E., Navarra E., Calvaruso D., Ruvolo G. POINT: efficacy of adding mitral valve restrictive annuloplasty to coronary artery bypass grafting in patients with moderate ischemic mitral valve regurgitation: a randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138(2):278-285. PMID: 19619766. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2008.11.010>
57. Ciarka A., Braun J., Delgado V., Versteegh M., Boersma E., Klautz R., Dion R., Bax J.J., van de Veire N. Predictors of mitral regurgitation recurrence in patients with heart failure undergoing mitral valve annuloplasty. *Am J Cardiol.* 2010;106(3):395-401. PMID: 20643253. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2010.03.042>
58. Kron I.L., Hung J., Overbey J.R., Bouchard D., Gelijns A.C., Moskowitz A.J., Voisine P., O'Gara P.T., Argenziano M., Michler R.E., Gillinov M., Puskas J.D., Gammie J.S., Mack M.J., Smith P.K., Sai-Sudhakar C., Gardner T.J., Ailawadi G., Zeng X., O'Sullivan K., Parides M.K., Swayze R., Thourani V., Rose E.A., Perrault L.P., Acker M.A., CTSN Investigators. Predicting recurrent mitral regurgitation after mitral valve repair for severe ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;149(3):752-761.e1. PMID: 25500293, PMCID: PMC4687890. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.10.120>
59. Magne J., Sénéchal M., Dumesnil J.G., Pibarot P. Ischemic mitral regurgitation: a complex multifaceted disease. *Cardiology.* 2009;112(4):244-259. PMID: 18758181. <https://doi.org/10.1159/000151693>
60. Lancellotti P., Marwick T., Pierard L.A. How to manage ischaemic mitral regurgitation. *Heart.* 2008;94(11):1497-1502. PMID: 18931162. <https://doi.org/10.1136/hrt.2007.134833>
61. Mihos C.G., Santana O. Is an adjunctive subvalvular repair during mitral annuloplasty for secondary mitral regurgitation effective in preventing recurrent regurgitation? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016;22(2):216-221. PMID: 26612406. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivv328>

## Reconstructive operations on subvalvular structures of the mitral valve during remodelling of the left ventricle. Papillary muscle interventions

Ivan I. Skopin, Mikhail S. Latyshev

A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

**Corresponding author.** Mikhail S. Latyshev, [michlaty@gmail.com](mailto:michlaty@gmail.com)

The optimal treatment strategy for secondary mitral regurgitation of type IIIb (A. Carpentier classification) remains debatable. The use of a standard surgical technique for treating secondary mitral regurgitation and undersized ring annuloplasty demonstrates suboptimal results in several patients (about 30% of the patients exhibit postoperative hemodynamically significant mitral regurgitation with the absence of effective reverse remodelling of the left ventricle). Such suboptimal results are associated with the unification of only the mitral valve reconstruction technique, irrespective of the state of the left ventricle (degree of dysfunction, dilatation, tethering/tenting, and papillary muscle displacement); this is not entirely justified because of the disease complexity (valve and ventricular), and it is crucial to influence both the components of the disease. Particularly, modern researchers are inclined toward the need of using additional reconstructive interventions on the subvalvular structures that contribute to a more effective reverse remodelling of the left ventricle.

Here, we present a review of recent studies on the surgical treatment of functional mitral insufficiency of type IIIb (A. Carpentier classification) with effects on the subvalvular structures (papillary muscle relocation and approximation).

**Keywords:** mitral insufficiency of type IIIb, reconstructive interventions on subvalvular structures, papillary muscle relocation, papillary muscle approximation

Revised 19 April 2020. Revised 5 May 2020. Accepted 28 May 2020.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

**Conflict of interest:** Authors declare no conflict of interest.

### ORCID ID

I.I. Skopin, <http://orcid.org/0000-0001-7411-202X>

M.S. Latyshev, <http://orcid.org/0000-0003-1771-4264>

**Copyright:** © 2020 Skopin et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**How to cite:** Skopin I.I., Latyshev M.S. Reconstructive operations on subvalvular structures of the mitral valve during remodelling of the left ventricle. Papillary muscle interventions. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(3):32-44. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2020-3-32-44>