

Среднеотдаленные результаты аппроксимации папиллярных мышц

© В.В. Базылев, А.И. Микуляк, Р.М. Бабуков, В.А. Карнахин

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» (г. Пенза) Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пенза, Российская Федерация

Поступила в редакцию 18 апреля 2018 г. Исправлена 12 октября 2018 г. Принята к печати 18 октября 2018 г.

Для корреспонденции: Артур Иванович Микуляк, mikulyak.artur@gmail.com

Актуальность

Дополнительное вмешательство на подклапанных структурах при выполнении митральной аннулопластики эффективно в предотвращении рецидива митральной регургитации. Одной из таких процедур является аппроксимация папиллярных мышц. Однако безопасность и положительное влияние этой процедуры до сих пор под вопросом.

Цель

Оценить среднеотдаленные результаты аппроксимации папиллярных мышц и сравнить полученные результаты с изолированной митральной аннулопластикой.

Методы

В данном ретроспективном одноцентровом исследовании приняли участие 224 пациента с ишемической кардиомиопатией и митральной регургитацией. Рандомизировали пациентов с помощью Propensity Score Matching (метод «ближний сосед») по следующим параметрам: конечный диастолический объем, конечный систолический объем, ударный объем, индексированное значение ударного объема, фракция выброса. Пациентам первой группы (n = 112) выполнили коронарное шунтирование, митральную аннулопластику и аппроксимацию папиллярных мышц. Пациентам второй группы (n = 112) осуществили коронарное шунтирование и митральную аннулопластику. Оценили ранние и среднеотдаленные результаты.

Результаты

За период наблюдения $31,3 \pm 10,4$ мес. вследствие прогрессирования сердечной недостаточности умерли два пациента в группе 1 и три пациента в группе 2. По данным анализа Каплана – Майера не выявлено статистически значимых различий между группами (log-rank test = 0,8). Аппроксимация папиллярных мышц у пациентов с ишемической митральной регургитацией улучшила коаптацию створок митрального клапана, о чем свидетельствуют значения глубины и линии коаптации, а также площади натяжения ($p > 0,05$). За период наблюдения выявлено 3 (2,7%) рецидива митральной недостаточности в группе 1 и 16 (14,3%) в группе 2. Проведен анализ совокупного риска рецидива средней и тяжелой митральной регургитации у пациентов обеих групп. Анализ Каплана – Майера показал статистически значимую разницу в частоте средней и тяжелой митральной регургитации между группами в среднесрочном послеоперационном периоде (log-rank test = 0,041).

Выводы

Дополнительная аппроксимация папиллярных мышц, выполненная во время аннулопластики митрального клапана, повышает срок действия пластики митрального клапана.

аппроксимация папиллярных мышц; пластика митрального клапана

Ключевые слова

Цитировать: Базылев В.В., Микуляк А.И., Бабуков Р.М., Карнахин В.А. Среднеотдаленные результаты аппроксимации папиллярных мышц. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2018;22(4):54-63. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-54-63>

Введение

Ишемическую митральную регургитацию (МР) выявляют у 10–50% больных, перенесших инфаркт миокарда [1]. Пластика митрального клапана опорным кольцом является методом выбора среди многих хирургических процедур. Тем не менее рецидив митраль-

ной регургитации развивается в 5–58% случаев [2–4]. Изучение механизмов, лежащих в основе рецидива МР после аннулопластики, может объяснить неудовлетворительные результаты лечения. Патофизиология ишемической МР сложна и является результатом дисбаланса между запирающей способностью митрального



клапана (МК) и силами натяжения, действующими на его створки [5–7]. Увеличение левого желудочка (ЛЖ), а также смещение папиллярных мышц в верхушечном и поперечном направлениях приводят к наращению силы натяжения. Диссинхрония левого желудочка и папиллярных мышц, снижение сократительной способности миокарда влекут снижение запирающей способности клапана и, как следствие, нарушение коаптации створок и развитию МР [8]. Таким образом, лечение недостаточности митрального клапана требует комплексного подхода, влияющего на все звенья патогенеза рецидива митральной регургитации.

Публикации последних лет показывают, что дополнительное вмешательство на подклапанных структурах при выполнении митральной аннулопластики эффективно в предотвращении рецидива МР. Одной из таких процедур является аппроксимация папиллярных мышц. Однако безопасность и положительное влияние этой процедуры до сих пор под вопросом.

Цель исследования — оценить среднесрочные результаты аппроксимации папиллярных мышц в качестве дополнения к стандартной методике лечения ишемической митральной регургитации.

Методы

В ФЦССХ (г. Пенза) выполнили 430 операций, включающих митральную аннулопластику опорным кольцом и коронарное шунтирование, а также 112 операций, включающих коронарное шунтирование, пластику митрального клапана опорным кольцом и аппроксимацию папиллярных мышц. Пациенты с дегенеративным поражением МК, нестабильной стенокардией или недавно перенесенным инфарктом миокарда (менее 6 мес.), тяжелой дисфункцией правого желудочка, разрывом папиллярных мышц, полиорганной недостаточностью, сопутствующей реконструкцией ЛЖ, вмешательством на аортальном клапане были исключены. Исходная характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Во время анализа выявлено статистически значимое отличие пациентов обеих групп по таким параметрам, как конечный систолический объем (КСО), ударный объем (УО), фракция выброса (ФВ). Проведен Propensity Score Matching; пациенты сопоставлены по конечному диастолическому объему (КДО), КСО, УО, ФВ и возрасту. Сформирована группа сравнения, которая включала 112 пациентов. Клинико-демографическая

Таблица 1 Характеристика пациентов до Propensity Score Matching

Показатель	Группа 1, n = 112	Группа 2, n = 430	p
Клинико-демографическая характеристика пациентов			
Возраст, лет	59,7±6,1	60,75±6,8	0,26
Мужской пол, n (%)	103 (92)	349 (81)	0,001
Индекс массы тела, кг/м ² , M (SD)	29,3±4,21	29,1±3,5	0,7
Площадь поверхности тела, м ² , M (SD)	2,1±0,15	2,07±0,13	0,11
Гипертония, n (%)	36 (32)	117 (27)	0,3
Сахарный диабет, n (%)	27 (24)	105 (24)	0,95
Ожирение, n (%)	5 (4,5)	5 (1,1)	0,02
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	5 (4,5)	7 (1,6)	0,07
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	22 (20)	69 (16)	0,36
III/IV ФК по NYHA, n (%)	26 (23)	35 (8)	0,001
EuroSCORE, M (SD)	5,36±2,1	6±2,83	0,06
6MWT, M (SD)	333±65	340±69	0,43
Эхокардиографическая характеристика			
КДО, мл, M (SD)	189,9±51,1	167±43,7	0,12
КСО, мл, M (SD)	124,6±47,8	93,7±38,1	0,005
УО, мл, M (SD)	65,3±12,3	73,3±18,7	0,001
ФВ, %, M (SD)	36,3±9,66	45,5±11,4	0,041
MP, n (%)	умеренная	49 (33)	221 (51)
	средняя	18 (16)	96 (22)
	тяжелая	45 (51)	113 (26)

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) или абсолютных значений (n) и процентов (%). ФК по NYHA — функциональный класс по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (англ. New York Heart Association); 6MWT — тест шестиминутной ходьбы (англ. six minute walking test); КДО — конечный диастолический объем; КСО — конечный систолический объем; УО — ударный объем; ФВ — фракция выброса; МР — митральная регургитация

характеристика и данные эхокардиографии исследуемой популяции представлены в табл. 2.

После Propensity Score Matching пациенты обеих групп были сопоставимы по клиническим и эхокардиографическим характеристикам.

Для оценки эффективности аппроксимации папиллярных мышц в качестве дополнения к стандартной методике лечения ишемической МР первичными конечными точками выбраны геометрические и функциональные параметры ЛЖ. Всем больным до операции проведена трансторакальная эхокардиография. Результаты подтверждены с помощью интраоперационной чреспищеводной эхокардиографии, выполненной после индукции общей анестезии и до хирургического разреза. Переменные, имеющие прогностическое значение для рецидива МР (ФВ, степень МР, КДО, КСО, длина и линия коаптации, расстояние между папиллярными мышцами в

систоле и диастолу), зафиксированы для каждого пациента.

Протокол эхокардиографии

Оценивали следующие параметры эхокардиографии:

- Объемы ЛЖ (КДО, КСО), ФВ измерены с помощью модифицированного метода Симпсона;
- Глубину коаптации оценивали апикальным доступом в четырехкамерной проекции как расстояние между плоскостью кольца и точкой сопоставления створок;
- Площадь натяжения — пространство, ограниченное плоскостью кольца и митральными створками;
- Межпапиллярную дистанцию измеряли в парастернальной позиции по короткой оси сердца при трансторакальном исследовании или как расстояние между папиллярными мышцами при чреспищеводной эхокардиографии;

Таблица 2 Предоперационная характеристика пациентов

Показатель	Группа 1, n = 112	Группа 2, n = 430	p
Клинико-демографическая характеристика пациентов			
Возраст, лет, M±SD	59,7±6,1	59,21±6,36	0,55
Мужской пол, n (%)	103 (92)	94 (84)	0,06
Индекс массы тела, кг/м ² , M±SD	29,32±4,21	29,1±3,5	0,67
Площадь поверхности тела, м ² , M±SD	2,1±0,15	2,08±0,13	0,32
Гипертония, n (%)	36 (32)	26 (23)	0,14
Сахарный диабет, n (%)	27 (24)	26 (23)	0,88
Ожирение, n (%)	5 (4,5)	5 (4,5)	1
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	5 (4,5)	5 (4,5)	1
Мультифокальный атеросклероз, n (%)	22 (20)	20 (18)	0,73
III/IV ФК по NYHA, n (%)	26 (23)	18 (56,3)	0,18
EuroSCORE, M±SD	5,36±2,1	5,82±2,55	0,14
6MWT, M±SD	333±65	339,25±69,3	0,5
Эхокардиографическая характеристика			
КДО, мл, M±SD	189,9±51,1	185,4±45,1	0,36
КСО, мл, M±SD	124,6±47,8	120,1±40,3	0,11
УО, мл, M±SD	65,3±12,3	64,8±14,6	0,41
ФВ, %, M±SD	36,3±9,66	36,3±9,4	0,67
МПДс, мм, M±SD	32±9,8	31,3±7,9	0,56
МПДд, мм, M±SD	39,1±8,5	38,9±7,4	0,85
МР, n (%)	умеренная	49 (33)	42 (37,5)
	средняя	18 (16)	31 (28)
	тяжелая	45 (51)	39 (34,5)
Размер фиброзного кольца МК, мм, M±SD	42,4±4,1	41,9±3,8	0,17
Глубина коаптации, мм, M±SD	8,6±1,5	8,3±1,8	0,09
Линия коаптации, мм, M±SD	1,8±0,7	1,9±0,6	0,13
Площадь натяжения, мм ² , M±SD	4,4±0,7	4,35±0,7	0,3

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) или абсолютных значений (n) и процентов (%). ФК по NYHA — функциональный класс по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (англ. New York Heart Association); 6MWT — тест шестиминутной ходьбы (англ. six minute walking test); КДО — конечный диастолический объем; КСО — конечный систолический объем; УО — ударный объем; ФВ — фракция выброса; МПДс — межпапиллярная дистанция в систолу; МПДд — межпапиллярная дистанция в диастолу; МР — митральная регургитация; МК — митральный клапан

• Размер кольца митрального клапана измеряли апикальным доступом в двух- и четырехкамерной проекциях как расстояние от основания задней и передней створок.

Оценку митральной недостаточности проводили в соответствии с рекомендациями Американского общества эхокардиографии (англ. American Society of Echocardiography). Измеряли *vena contracta* (VC) с помощью цветового доплера как самое узкое место струи регургитации. Определяли объем регургитации как процент от объема митральной регургитации к ударному объему левого желудочка.

Рассчитывали объем регургитации по следующей формуле: объем регургитации (ОР) = объем митральной регургитации / ударный объем. Тяжесть митральной недостаточности оценивали как умеренная — VC < 3 мм, ОР < 30%; средняя — VC = 3–6 мм, ОР = 30–50%; тяжелая — VC > 6 мм, ОР > 50%.

Контрольную эхокардиографию проводили во время выписки из стационара, через 6 мес., а затем ежегодно при амбулаторном визите пациентов.

Хирургический метод

Пластику МК выполняли в случаях тяжелой митральной недостаточности, подтвержденной с помощью трансторакальной эхокардиографии, или умеренной митральной недостаточности при фиброзном кольце МК более 40 мм. Показанием к аппроксимации папиллярных мышц служило увеличение межпапиллярной дистанции в диастолу более 35 мм и 25 мм в систолу.

Все операции выполнены одной хирургической бригадой. Во всех случаях хирургический доступ осуществлен через срединную стернотомию. Операции проведены в условиях нормотермической перфузии, аортальной и бикавальной канюляции с использованием кардиоплегического раствора Custodiol®.

В большинстве случаев проводили аортокоронарное шунтирование с использованием внутренних грудных артерий. Аутовену применяли при недостатке или повреждении внутренней грудной артерии.левой внутренней грудной артерией шунтировали переднюю нисходящую артерию в случае изолированного поражения. У пациентов с поражением двух и трех сосудов коронарное шунтирование проводили с использованием композитных Т-графтов. После коронарного этапа доступ к МК осуществляли через межпредсердную перегородку. После визуальной оценки МК исключали патологию со стороны створок, папиллярных мышц и хорд. Папиллярные

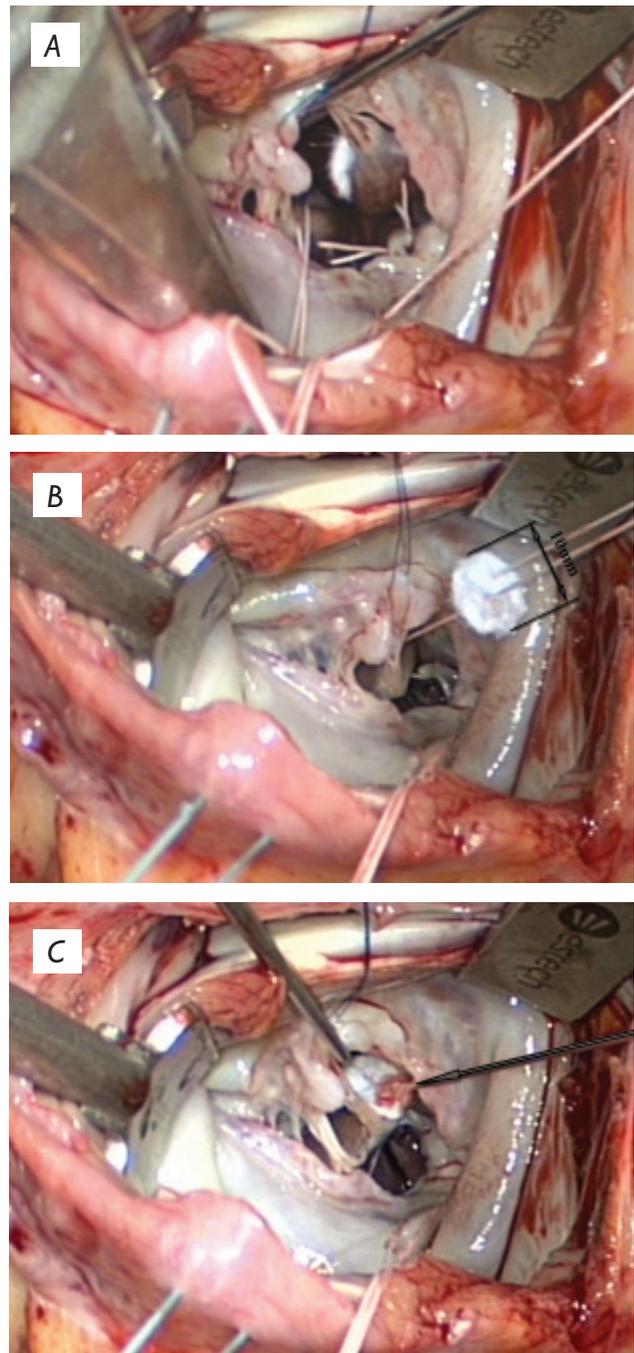


Рис. 1. Стадии аппроксимации папиллярных мышц: сближенные головки папиллярных мышц (А); прокладка из PTFE до низведения в полость левого желудочка (В); прокладка фиксирована тугим узлом, папиллярные мышцы сведены (С)

Fig. 1. Stages of papillary muscle approximation: muscle heads brought together (A); PTFE gasket prior to pulling through in the left ventricular cavity (B); the gasket is fixed with a tightly ligated knot; papillary muscles are approximated (C)

мышцы сближали через фиброзное кольцо МК на уровне головок (рис. 1). С этой целью мы использовали нерассасывающиеся плетеные нити 2-0 (Ethibond, Ethicon, Inc.) и фетровые прокладки.

Для митральной аннулопластики использовали опорные кольца «МедИнж» размером от 28 до 30 мм. Фиксацию колец осуществляли отдельными П-образными швами нитью Ethibond 2-0 (Ethicon, Inc., США). После аннулопластики полость ЛЖ заполняли солевым раствором с целью оценки эффективности пластики. Гидравлические пробы были удовлетворительными во всех случаях.

Статистический анализ

Статистическая обработка материала выполнена с использованием пакетов программного обеспечения SPSS версии 21 (IBM Согр., Армонк, США). Для сравнения полученных результатов между группами высчитывали среднеарифметическое значение ($M = \sum / n$), стандартное отклонение от генеральной совокупности (s). Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) или абсолютных значений (n) и процентов (%). Данные, имеющие категориальное выражение, сравнивали при помощи критерия Пирсона. Критический уровень значимости был взят за 0,05. Куму-

лятивный риск рецидива МР в отдаленном периоде оценивали с помощью метода Каплана – Майера.

Результаты

Контрольную эхокардиографию выполнили интраоперационно, после остановки искусственного кровообращения, а также по окончании стационарного лечения. В среднем этот период составил $11 \pm 5,5$ дня. Интраоперационные и ранние послеоперационные результаты пациентов обеих групп приведены в табл. 3.

Время ИК и ишемии миокарда в обеих группах было сопоставимо. Таким образом, дополнительная аппроксимация папиллярных мышц существенно не удлиняет время операции. Осложнений в раннем послеоперационном периоде не выявлено, о чем свидетельствует время искусственной вентиляции легких, продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии и стационаре.

Мы выявили улучшение конфигурации ЛЖ и МК по следующим параметрам: ФВ, высота и линия коаптации, площадь натяжения, максимальный градиент, межпапиллярная дистанция в систолу и диастолу ($p > 0,05$).

Все пациенты проходили медицинский осмотр, электрокардиографию, чреспищеводную эхокардиографию

Таблица 3 Интраоперационная и ранняя послеоперационная характеристика пациентов

Показатель	Группа 1, n = 112	Группа 2, n = 112	p
Ишемия миокарда, мин, M±SD	141,8±48,6	149,9±52,4	0,23
Дистальный анастомоз, n, M±SD	90,1±25,2	94,2±28,9	27
Искусственная вентиляция легких, ч, M±SD	2,4±0,9	2,31±1	0,48
Пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии, сут., M±SD	5,13±4,2	5,3±4,5	0,77
Пребывание в стационаре, сут., M±SD	2,8±2	3±2,72	0,53
КДО, мл, M±SD	177,4±37,9	180±45,6	0,59
КСО, мл, M±SD	112,1±35,4	117,8±41	0,33
УО, мл, M±SD	65,2±11,4	62,5±9,7	0,83
ФВ, %, M±SD	38,88±6,69	35,1±8,3	0,003
МПДс, мм, M±SD	24±12,1	29,3±6,8	0,001
МПДд, мм, M±SD	31,4±14	37±7,1	0,002
МР, %	106	101	0,21
	умеренная	11	0,21
Размер опорного кольца, мм, M±SD	29,3±1,14	29,6±1,4	0,08
Средний градиент, M±SD	2,5±0,8	2,4±0,81	0,35
Максимальный градиент, M±SD	4,9±1,6	5,4±1,8	0,03
Глубина коаптации, мм, M±SD	5,4±2,8	6,71±1,45	0,001
Линия коаптации, мм, M±SD	4,6±1,35	4±1,3	0,001
Площадь натяжения, мм ² , M±SD	2±0,41	3±0,51	0,001

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) или абсолютных значений (n) и процентов (%). КДО — конечный диастолический объем; КСО — конечный систолический объем; УО — ударный объем; ФВ — фракция выброса; МПДс — межпапиллярная дистанция в систолу; МПДд — межпапиллярная дистанция в диастолу; МР — митральная регургитация

и тест шестиминутной ходьбы. Период наблюдения составил $31,3 \pm 10,4$ мес. В табл. 4 приведены среднесрочные результаты для пациентов обеих групп.

За обозначенный период наблюдения умерло 2 пациента в группе 1 и 3 пациента в группе 2. По данным анализа Каплана – Майера не выявлено статистически значимых различий между группами (log-rank test = 0,8).

Аппроксимация папиллярных мышц у пациентов с ишемической МР улучшила коаптацию створок МК, о чем свидетельствуют значения глубины и линии коаптации, а также площади натяжения ($p > 0,05$).

За отчетный период наблюдения выявлено 3 (2,7%) рецидива митральной недостаточности в группе 1 и 16 (14,3%) в группе 2. Мы провели анализ совокупного риска рецидива средней и тяжелой МР у пациентов обеих групп за период наблюдения $31,3 \pm 10,4$ мес. Анализ Каплана – Майера показал статистически значимую разницу по частоте средней и тяжелой МР между группами в среднесрочном послеоперационном периоде (log-rank test = 0,041) (рис. 2).

Проведен многофакторный регрессионный анализ, который показал, что снижение фракции выброса менее 30% увеличивает риск рецидива МР в 39 раз, а применение изолированной аннулопластики увеличивает вероятность рецидива МР в 14,36 раза (табл. 5).

Обсуждение

В конце 20 в. началось активное обсуждение этиологии ишемической митральной недостаточности. Одни авторы утверждали, что рецидив МР вызван только папиллярной дисфункцией и прогрессированием ишемической кардиомиопатии, что приводит к неполноценному смыканию створок [9]. Другие авторы полагали, что расширение полости ЛЖ и его объемная перегрузка вызывают увеличение фиброзного кольца МК, тем самым провоцируют рецидив МР [10]. Третьи авторы считали, что важную роль играет не только структурно-функциональный механизм, но и геометрические составляющие, в частности дистанция от основания папиллярных мышц до плоскости кольца МК. Именно увеличение глубины коаптации в конечном итоге приводит к рецидиву митральной регургитации [11–13].

Внедрение в клиническую практику новых методов визуализации позволило объединить все теории формирования ишемической МР в одну. Таким образом, ишемические изменения миокарда приводят к увеличению полости левого желудочка и, как следствие, апикальному и латеральному смещению подклапанных структур. Смещение папиллярных мышц вызывает натяжение хорд МК и уменьшение коаптации створок. Кроме того, дилатация левого желудочка провоцирует увеличение

Таблица 4 Результаты в среднесрочном послеоперационном периоде

Показатель	Группа 1, n = 112	Группа 2, n = 112	p
КДО, мл, M±SD	177,4±37,9	180±45,6	0,59
КСО, мл, M±SD	112,1±35,4	117,8±41	0,33
УО, мл, M±SD	65,2±11,4	62,5±9,7	0,83
ФВ, %, M±SD	38,88±6,69	35,1±8,3	0,003
МПДс, мм, M±SD	24±12,1	29,3±6,8	0,001
МПДд, мм, M±SD	31,4±14	37±7,1	0,002
МР, %			
0	97	77	
умеренная	12	17	
средняя	3	14	
тяжелая	–	2	
Средний градиент, M±SD	3,35±1,7	4,51±2,3	0,001
Максимальный градиент, M±SD	9,1±3,4	10,5±5,7	0,03
Глубина коаптации, мм, M±SD	5,3±2,3	8±2,2	0,001
Линия коаптации, мм, M±SD	4,9±1	3,6±1,1	0,001
Площадь натяжения, мм ² , M±SD	2,1±0,5	3,3±0,6	0,001
6MWT, M±SD	407±85	381±52	0,01

Примечание. Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD) или абсолютных значений (n) и процентов (%). КДО — конечный диастолический объем; КСО — конечный систолический объем; УО — ударный объем; ФВ — фракция выброса; МПДс — межпапиллярная дистанция в систолу; МПДд — межпапиллярная дистанция в диастолу; МР — митральная регургитация; 6MWT — тест шестиминутной ходьбы (англ. six minute walking test)

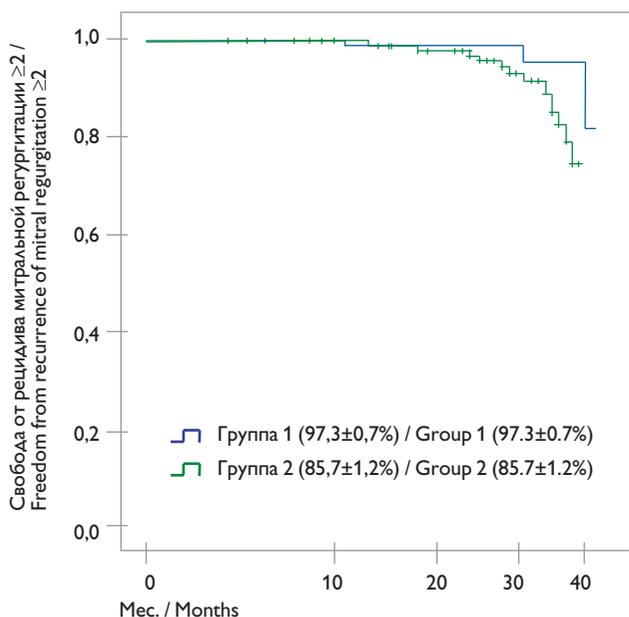


Рис. 2. Свобода от рецидива средней и тяжелой митральной регургитации (анализ Каплана – Майера)

Fig. 2. Freedom from recurrence of moderate and acute mitral regurgitation (Kaplan-Meier analysis)

кольца МК, что также способствует уменьшению линии коаптации створок [14, 15].

С учетом сказанного могут быть обозначены две проблемы, которые хирурги должны решить во время хирургической коррекции ишемической митральной регургитации:

1. Уменьшение размера фиброзного кольца, которое должно увеличить площадь коаптации створок МК (митральная аннулопластика);

2. Уменьшение расстояния между папиллярными мышцами, следовательно, снижение натяжения между основанием папиллярных мышц и плоскостью митрального кольца, что также увеличивает площадь коаптации створок (аппроксимация папиллярных мышц).

До определенного периода стратегия хирургического лечения ишемической митральной недостаточности

заклучалась в митральной аннулопластике, где решалась только одна из задач, а именно устранение дилатации фиброзного кольца. Однако по результатам различных исследований, эта методика сопровождалась высокой частотой рецидивов митральной регургитации — 10–37% [16–20].

I.L. Kron и др. в 2002 г. описали способ транспозиции задней папиллярной мышцы, что свидетельствует о том, что данная процедура способствовала восстановлению физиологической конфигурации митральных створок без рецидива митральной недостаточности в ближайшем послеоперационном периоде [21]. U. Hvass и др. в 2003 г. предложили метод сближения переднемедиальной и заднелатеральной групп папиллярных мышц в сочетании с митральной аннулопластикой. Это исследование показало, что данная процедура может быть применима у пациентов с ишемической МР, поскольку она улучшает геометрию створок МК [22]. Обнадеживающие результаты этих исследований способствовали изменению концепции лечения ишемической митральной регургитации.

A. Rama и др. в 2007 г. сообщили о том, что аппроксимация папиллярных мышц снижает частоту рецидива МР, замедляет ремоделирование ЛЖ и снижает функциональный класс сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (англ. New York Heart Association, NYHA) [23].

S. Ishikawa и др. в 2008 г. описали технику «сэндвич-пластики», которая заключалась в сближении однородных групп папиллярных мышц в сочетании с аннулопластикой МК (авторы использовали кольцо Physio Карпантье – Эдвардса). Это исследование также продемонстрировало положительное влияние процедуры на геометрию МК у больных с ишемической митральной регургитацией [24].

В последующих исследованиях показали, что митральная аннулопластика в сочетании с процедурой сближения папиллярных мышц эффективнее, чем изолированная митральная аннулопластика. Сближение папил-

Таблица 5 Результаты многофакторного регрессионного анализа

Фактор	Отношение шансов	Доверительный интервал (95%)	p
Задний Q-ИМ	1,39	0,3–6,38	0,67
Передний Q-ИМ	3,74	0,38–36,74	0,26
КДО ≥220 мл	2,45	0,15–39,72	0,53
ФВ ≤30%	39,02	3,65–416,8	0,002
Изолированная аннулопластика	14,36	19,0–105,8	0,009

Примечание. ИМ — инфаркт миокарда; КДО — конечный диастолический объем; ФВ — фракция выброса

лярных мышц у пациентов с ишемической МР улучшало коаптацию створок МК за счет нормализации геометрического положения головок папиллярных мышц и хорд. Такое сочетание приводило к уменьшению количества рецидивов МР. Уменьшение КДО, торможение процессов ремоделирования ЛЖ приводили к увеличению фракции выброса левого желудочка и снижению функционального класса сердечной недостаточности по NYHA [25–28]. Кроме того, доказана безопасность этой процедуры в ближайшем и отдаленном послеоперационных периодах [29].

Результаты нашего исследования подтверждают описанную концепцию. В группе пациентов, перенесших дополнительную хирургическую коррекцию подклапанных структур МК (аппроксимацию папиллярных мышц), в послеоперационном периоде получены значительно лучшие эхокардиографические показатели МК (градиент на МК, линия и глубина коаптации, межпапиллярная дистанция). Кроме того, частота рецидивов митральной недостаточности значительно ниже в группе с аппроксимацией папиллярных мышц, чем в группе пациентов, перенесших изолированную аннулопластику.

Анализируя полученные результаты и результаты аналогичных исследований, мы пришли к выводу, что дополнительная хирургическая коррекция подклапанных структур в сочетании с митральной аннулопластикой является безопасной процедурой, которая обеспечивает состоятельность пластики МК более продолжительное время, в сравнении с изолированной аннулопластикой.

Ограничения

Основные недостатки — короткий период наблюдения и ретроспективный характер исследования. Мы планируем продолжить работу, чтобы получить долгосрочные результаты. Но для того чтобы определить целесообразность данной процедуры, необходимы крупные рандомизированные многоцентровые исследования.

Выводы

Дополнительная аппроксимация папиллярных мышц, выполненная во время аннулопластики МК, повышает срок действия пластики митрального клапана.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ORCID ID

В.В. Базылев, <https://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

А.И. Микуляк, <https://orcid.org/0000-0002-9519-5036>

Список литературы / References

1. Acker M.A., Parides M.K., Perrault L.P., Moskowitz A.J., Gelijs 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. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1312808>
2. 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):271-8. PMID: 23882872. <http://dx.doi.org/10.2143/AC.68.3.2983421>
3. Goldstein D., Moskowitz A.J., Gelijs 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. Two-year outcomes of surgical treatment of severe ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med.* 2016;374:344-53. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1512913>
4. Kron I.L., Hung J., Overbey J.R., Bouchard D., Gelijs 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., Swazey 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):752-61.e1. PMID: 25500293, PMCID: PMC4687890. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.10.120>
5. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P., 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: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [Published correction appears in *J Am Coll Cardiol* 2014;63:2489]. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63:2438-88. PMID: 24603192. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2014.02.537>
6. Lancellotti P., Moura L., Pierard L.A., Argicola E., Popescu B.A., Tribouilloy C., Hagendorff A., Monin J.L., Badano L., Zamorano J.L.; European Association of Echocardiography. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr.* 2010;11(4):307-32. PMID: 20435783. <http://dx.doi.org/10.1093/ejechocard/jeq031>
7. 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):e123-210. PMID: 22070836. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.009>
8. Ray S. The echocardiographic assessment of functional mitral regurgitation. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11(10):i11-17. PMID: 21078834. <http://dx.doi.org/10.1093/ejechocard/jeq121>
 9. Burch G.E. The syndrome of papillary muscle dysfunction. *Am Heart J*. 1968;75(3):399-415.
 10. Gorman J.H., Gorman R.C., Edmunds L.H. Jr. *Ischemic mitral regurgitation*. In: Cohn L.H., Edmunds L.H. Jr., editors. *Cardiac surgery in the adult*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2003. pp. 751-769.
 11. Messas E., Guerrero J.L., Handsschumacher M.D., Chow C.M., Sullivan S., Schwammenthal E., Levine R.A. Paradoxical decrease in ischemic mitral regurgitation with papillary muscle dysfunction: insights from three-dimensional and contrast echocardiography with strain rate measurement. *Circulation*. 2001;104(16):1952-7. PMID: 11602500.
 12. Uemura T., Otsuji Y., Nakashiri K., Yoshifuku S., Maki Y., Yu B., Mizukami N., Kuwahara E., Hamasaki S., Biro S., Kisanuki A., Minagoe S., Levine R.A., Tei C. Papillary muscle dysfunction attenuates ischemic mitral regurgitation in patients with localized basal inferior left ventricular remodeling: insights from tissue Doppler strain imaging. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(1):113-9. PMID: 15992644. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2005.03.049>
 13. Otsuji Y., Gilon D., Jiang L., He S., Leavitt M., Roy M.J., Birmingham M.J., Levine R.A. Restricted diastolic opening of the mitral leaflets in patients with left ventricular dysfunction: evidence for increased valve tethering. *J Am Coll Cardiol*. 1998;32(2):398-404. PMID: 9708467.
 14. Zhu F., Otsuji Y., Yotsumoto G., Yuasa T., Ueno T., Yu B., Koriyama C., Hamasaki S., Biro S., Kisanuki A., Minagoe S., Levine R.A., Sakata R., Tei C. Mechanism of persistent ischemic mitral regurgitation after annuloplasty: importance of augmented posterior mitral leaflet tethering. *Circulation*. 2005;112(9 Suppl):I396-401. PMID: 16159853. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.524561>
 15. Kwan J., Gillinov M.A., Thomas J.D., Shiota T. Geometric predictor of significant mitral regurgitation in patient with severe ischemic cardiomyopathy, undergoing Dor procedure: 3D-echocardiographic study. *Eur J Echocardiogr*. 2007;8(3):195-203. PMID: 16621721. <http://dx.doi.org/10.1016/j.euje.2006.03.002>
 16. Fundaro P., Pocar M., Donatelli F., Grossi A. Chronic ischemic regurgitation types and subtypes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;124(4):855-6. PMID: 12324752.
 17. Gorman J.H., Gorman R.C., Jackson B.M., Enomoto Y., St John-Sutton M.G., Edmunds L.H. Jr. Annuloplasty ring selection for chronic ischemic mitral regurgitation: lessons from the ovine model. *Ann Thorac Surg*. 2003;76(5):1556-63. PMID: 14602285.
 18. McGee E.C., Gillinov A.M., Blackstone E.H., Rajeswaran J., Cohen G., Najam F., Shiota T., Sabik J.F., Lytle B.W., McCarthy P.M., Cosgrove D.M. Recurrent mitral regurgitation after annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(6):916-24. PMID: 15573077. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2004.07.037>
 19. Gelsomino S., Lorusso R., Cacioli S., Capecchi I., Rostagno C., Chioccioli M., Rostagno C., Chioccioli M., De Cicco G., Billè G., Stefano P., Gensini G.F. Insights on left ventricular and valvular mechanisms of recurrent ischemic mitral regurgitation after restrictive annuloplasty and coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136(2):507-18. PMID: 18692665. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2008.03.027>
 20. Roshanali F., Mandegar M.H., Yousefnia M.A., Rayatzadeh H., Alaeddini F. A prospective study of predicting factors in ischemic mitral regurgitation recurrence after ring annuloplasty. *Ann Thorac Surg*. 2007;84(3):745-9. PMID: 17720370. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2007.04.106>
 21. 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):600-1. PMID: 12173864.
 22. Hvass U., Tapia M., Baron F., Pouzet B., Shafy A. Papillary muscle sling: a new functional approach to mitral repair in patients with ischemic left ventricular dysfunction and functional mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg*. 2003;75(3):809-11. PMID: 12645698.
 23. Rama A., Praschker L., Barreda E., Gandjbakhch I. Papillary muscle approximation for functional ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg*. 2007;84(6):2130-1. PMID: 18036963. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2007.04.056>
 24. Ishikawa S., Ueda K., Kawasaki A., Neya K., Suzuki H. Papillary muscle sandwich plasty for ischemic mitral regurgitation: a new simple technique. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135(6):1384-6. PMID: 18544392. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2007.12.034>
 25. Yamaguchi A., Adachi K., Yuri K., Kimura N., Kimura C., Tamura A., Adachi H. Reduction of mitral valve leaflet tethering by procedures targeting the subvalvular apparatus in addition to mitral annuloplasty. *Circ J*. 2013;77(6):1461-5. PMID: 23428660.
 26. Calafiore A., Refaie R., Iaco A., Asif M., Al Shurafa H.S., Al-Amri H., Romeo A., Di Mauro M. Chordal cutting in ischemic mitral regurgitation: a propensity-matched study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148(1):41-6. PMID: 24041764. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.07.036>
 27. Cappabianca G., Bichi S., Patrini D., Pellegrino P., Poloni C., Perlasca E., Redaelli M., Esposito G. Cut-and-transfer technique for ischemic mitral regurgitation and severe tethering of mitral leaflets. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(5):1607-13. PMID: 24055235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.06.015>
 28. 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):S85-91. PMID: 19752391. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840173>
 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):1352-5. PMID: 22050990. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.09.062>

Mid-term results of papillary muscles approximation

Vladlen V. Bazylev, Artur I. Mikulyak, Ruslan M. Babukov, Vadim A. Karnakhin

Federal Center of Cardiovascular Surgery (Penza), Ministry of Health of Russian Federation, Penza, Russian Federation

Corresponding author. Artur I. Mikulyak, mikulyak.artur@gmail.com

Background. Enlargement of the left ventricular chamber and displacement of papillary muscles in the apical and lateral directions increase the tethering forces. Left ventricular and papillary muscle desynchrony and reduced myocardial contractility reduce the closing forces, thus leading to impaired leaflet coaptation and appearance of mitral regurgitation. Therefore, treatment of mitral insufficiency requires an integrated approach, affecting all aspects of the pathogenesis of mitral regurgitation recurrence. Recent publications show that adjunctive subvalvular repair during mitral annuloplasty for secondary mitral regurgitation is effective in preventing recurrent regurgitation. One of these procedures is papillary muscle approximation. However, the safety and the positive impact of this method are still open to question.

Aim. This study focused on the assessment of mid-term results of papillary muscles approximation and comparison of the obtained results with those of isolated mitral annuloplasty.

Methods. Two hundred and twelve patients with ischemic cardiomyopathy and ischemic mitral regurgitation were enrolled in this retrospective single-center study. The patients were randomised to 2 groups by using propensity score matching (a "neighbor" method) according to the following parameters: end diastolic volume, end systolic volume, stroke volume and ejection fraction. The first group included 112 patients with ischemic cardiomyopathy and mitral regurgitation, who underwent coronary artery bypass grafting, mitral annuloplasty and papillary muscle approximation. The second group included 112 patients with ischemic cardiomyopathy who underwent coronary artery bypass grafting and mitral valve annuloplasty. We evaluated early and mid-term results.

Results. Two patients in group 1 and three patients in group 2 died of heart failure progression during 31.3 ± 10.4 month follow-up. According to the Kaplan-Meier analysis, no statistically significant differences were noted between the groups (log-rank test = 0.8). Approximation of papillary muscles in patients with ischemic mitral regurgitation improved mitral valve leaflet coaptation as evidenced by the values of coaptation depth, coaptation line and tenting area ($p > 0.05$). During follow-up, 3 cases (2.7%) of mitral insufficiency recurrence were recorded in group 1 and 16 (14.3%) in group 2. The Kaplan-Meier analysis of cumulative probability showed a significant difference in freedom from recurrence of mitral regurgitation ≥ 2 between groups in the mid-term postoperative period (log-rank test = 0.041).

Conclusion. Adjunctive papillary muscle approximation performed at the time of mitral annuloplasty improves the durability of mitral valve repair.

Keywords: mitral valve repair; papillary muscle approximation

Received 18 April 2018. Revised 12 October 2018. Accepted 18 October 2018.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

ORCID ID

V.V. Bazylev, <https://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

A.I. Mikulyak, <https://orcid.org/0000-0002-9519-5036>

Copyright: © 2018 Bazylev et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

How to cite: Bazylev V.V., Mikulyak A.I., Babukov R.M., Karnakhin V.A. Mid-term results of papillary muscles approximation. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2018;22(4):54-63. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2018-4-54-63>