

НОВЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 616.126.42-089.844-037-073.432.19

DOI: 10.15275/kreatkard.2016.01.06

Определение показаний к реконструктивным вмешательствам на митральном клапане и оценка их эффективности с помощью интраоперационной трехмерной чреспищеводной эхокардиографии

Е.З. Голухова, Т.В. Машина, В.С. Джанкетова, Г.А. Шамсиев, Д.В. Мрикаев, Л.А. Бокерия

ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России; Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Голухова Елена Зеликовна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением;
Машина Татьяна Васильевна, ст. науч. сотр., канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики;
Джанкетова Виолета Султановна, врач-кардиолог, мл. науч. сотр., e-mail: cardioveta@mail.ru;
Шамсиев Гуфрон Абдумавлонович, сердечно-сосудистый хирург, доктор мед. наук;
Мрикаев Давид Валерьевич, кардиолог, канд. мед. наук;
Бокерия Лео Антонович, академик РАН и РАМН, директор ФГБУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Цель. Изучение роли интраоперационной трехмерной чреспищеводной эхокардиографии (3D-ЭхоКГ) в условиях операционной для определения возможности, предполагаемого объема, степени сложности и эффективности кардиохирургических вмешательств.

Материал и методы. В исследование вошли 55 пациентов с гемодинамически значимой митральной регургитацией (МР) различного генеза: миксоматоз митрального клапана (МК), аритмогенная и ишемическая МР; 40 (73%) пациентов перенесли реконструктивные вмешательства, 15 (27%) – протезирование МК. Средний возраст составил $52,2 \pm 13,2$ года. В контрольную группу были включены 20 человек (12 мужчин и 8 женщин), средний возраст – 48 ± 13 лет, без патологии МК, по данным ЭхоКГ.

У всех пациентов, перенесших пластику МК, оценивалась геометрия МК с помощью 3D-ЭхоКГ с программным обеспечением Mitral Valve Quantification (MVQ) интраоперационно: до и после основного этапа оперативного вмешательства. У пациентов, которым было выполнено протезирование МК, геометрия клапана исследовалась до имплантации протеза и сравнивалась с группой реконструктивных вмешательств для выявления параметров, влияющих на выбор тактики операции.

Результаты. Пациенты, подвергшиеся пластике и протезированию МК, имели наибольшие различия по следующим ЭхоКГ-параметрам: полисегментарное поражение створок, дилатация фиброзного кольца (ФК), вертикальная деформация, объем и высота пролапса и тента створок. При проведении ROC-анализа наибольшую диагностическую ценность относительно прогноза безуспешной пластики МК и предпочтения протезирования клапана имели: объем пролапса ($p=0,002$), высота тента ($p=0,0035$), длина хорд МК ($p=0,004$). На основании геометрических параметров, рассчитанных по методике MVQ, нами выявлены прогностические факторы неэффективности реконструктивных вмешательств на МК: значения объема пролапса – более 3,2 мл, высоты тента – более 11,5 мм, длины переднемедиальной хорды – более 28,5 мм, длины заднемедиальной хорды – более 28,1 мм. После реконструктивных вмешательств параметры МК приблизились к нормативным.

Выводы. Применение интраоперационной 3D-ЭхоКГ в режиме реального времени и построение трехмерной модели МК дают возможность определить характерные изменения анатомии и геометрии МК в зависимости от генеза МР, выбрать оптимальную тактику и объем хирургического лечения для каждого пациента в условиях операционной и провести оценку эффективности вмешательства.

Ключевые слова: митральный клапан; митральная регургитация; пролапс митрального клапана; чреспищеводная интраоперационная трехмерная эхокардиография в режиме реального времени; трехмерная реконструкция митрального клапана.

Three-dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve reconstruction: the role and effectiveness

E.Z. Golukhova, T.V. Mashina, V.S. Dzhanketova, G.A. Shamsiev, D.V. Mrikaev, L.A. Bockeria

A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation; Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Golukhova Elena Zelikovna, MD, DM, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Chief of Department;

Mashina Tat'yana Vasil'evna, Senior Research Associate, MD, PhD, Ultrasonic Diagnostics Physician;

Dzhanketova Violeta Sultanovna, cardiologist, e-mail: cardioveta@mail.ru;

Shamsiev Gufron Abdumavlonovich, MD, Physician of cardiosurgery, PhD;

Mrikaev David Valer'evich, cardiologist, MD, PhD;

Bockeria Leo Antonovich, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, Director of A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation

Objective. To estimate the significance of intraoperative transesophageal 3D echocardiography (3D-TEE) to determine the possibility, the expected volume, complexity and efficiency of cardiac surgery in the operating room directly.

Methods. The study included 55 patients with significant mitral regurgitation (MR) (degenerative, arrhythmogenic and ischemic origin): 40 (73%) patients underwent reconstructive intervention and 15 (27%) patients – mitral valve (MV) replacement. The mean age was 52.2 ± 13.2 years. 20 people were included in the control group (12 men and 8 women) with no MK pathology, the mean age was 48 ± 13 years. For all patients undergoing MV plasty the MV geometry was assessed intraoperative using 3D-TEE with Mitral Valve Quantification (MVQ) software before and after the main stage of the surgery. In patients who underwent MV replacement, the geometry of the valve was investigated before implantation and compared with reconstructive procedures group for identifying parameters affecting the choice of tactics operations.

Results. Patients who underwent MV plastic and prosthetics, had the most significant differences according to the following Echocardiography parameters: multisegment pathology, vertical deformation, the volume and height of the prolapse and tent. According to the ROC-analysis of the diagnostic value with respect to the highest forecast of unsuccessful plastic MV and preferences valve prosthesis were: volume of prolapse ($p=0.002$) the height of tent ($p=0.0035$) and the chord length ($p=0.004$). Based on the geometric parameters, using MVQ method we identified prognostic factors of inefficiency reconstructive operation on MV: prolapse volume > 3.2 ml, height of tent > 11.5 mm, the length of the anteromedial chord > 28.5 mm, the length of the posteromedial chord > 28.1 mm. After reconstructive surgery geometry of MV approached the regulations.

Conclusions. 3D-TEE and MVQ allow to determine the specific changes of MV anatomy and geometry depending of the MR etiology, to select optimal tactics and complexity of surgical treatment for each patient in the operating room and to evaluate the efficiency of procedure.

Key words: mitral valve; mitral valve insufficiency; mitral valve prolapse; real-time three-dimensional transesophageal echocardiography; three-dimensional mitral valve quantification.

Введение

Диагностика и выбор метода лечения заболеваний митрального клапана (МК) являются одной из актуальных проблем в кардиологии и кардиохирургии. По данным V.T. Nkomo et al., митральная недостаточность (МН) – наиболее распространенная патология в структуре клапанных пороков после аортального стеноза [1]. T. Bock et al. приводят данные, свидетельствующие о том, что гемодинамически значимая недостаточность МК (умеренная и тяжелая) в общей популяции имеет место в 2–3% случаев [2].

При гемодинамически значимой регургитации часто требуется хирургическая коррекция: пластика или протезирование МК. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов (ESC) и Европейской ассоциации кардиоторакальных хирургов (EACTS), а также американским рекомендациям (2014 АНА/ACC), реконструктивное вмешательство на МК следует рассматривать как предпочтительный вариант коррекции МН в случае, если ожидается стабильный результат [3, 4]. Следует отметить, что четких рекомендаций для пла-

нирования и оценки возможности стабильного результата не существует.

В большинстве случаев тяжесть МН оценивается только по степени митральной регургитации (МР), однако не менее важное значение имеют характер повреждения створок и геометрия МК. Именно морфологические параметры клапана могут служить непосредственными прогностическими факторами при определении показаний к операции и оценке ее эффективности. Трехмерная чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ) в режиме реального времени, а также применение методики *mitral valve quantification* (MVQ) интраоперационно дает возможность детально изучить морфологию и особенности поражения МК и подклапанного аппарата [5, 6]. Первые попытки получить трехмерное изображение сердца принадлежат М. Matsumoto и относятся к концу 1970-х годов [7]. В нашей стране метод трехмерной ЭхоКГ по инициативе и под руководством академика Л.А. Бокерия впервые был применен в 1998 г. в отделении неинвазивной аритмологии НЦССХ им. А.Н. Бакулева [8].

Mitral valve quantification – это метод построения трехмерной модели МК, который не только дает представление о форме фиброзного кольца митрального клапана (ФК МК), но и позволяет измерить диаметры ФК как от переднебоковой стенки до заднемедиальной, так и от задней стенки до передней. С помощью этого метода можно также оценить параметры геометрии створок и хордальный аппарат МК [9–12].

В исследовании А.А. Толстихиной и др. проведено изучение МН различного генеза с помощью метода MVQ для выявления особенностей анатомии аппарата МК у пациентов с МР различного генеза. Получены данные, свидетельствующие о различиях в геометрии МК в зависимости от этиологии [13].

Наше исследование является результатом анализа интраоперационного обследования пациентов с гемодинамически значимой МР различного генеза (миксоматоз-

ная дегенерация, аритмогенная МР и ишемическая МР), поступивших в НЦССХ им. А.Н. Бакулева для проведения плановых реконструктивных вмешательств на МК за период 2012–2015 гг.

Целью исследования явилась оценка значения интраоперационной трехмерной чреспищеводной эхокардиографии для определения возможности, предполагаемого объема, степени сложности и эффективности кардиохирургических вмешательств непосредственно в условиях операционной.

Материал и методы

В исследование вошли 55 пациентов с гемодинамически значимой МР: 40 (73%) пациентам выполнено реконструктивное вмешательство на МК, 15 (27%) – протезирование МК. Средний возраст составил $52,2 \pm 13,2$ года. В контрольную группу были включены 20 человек (12 мужчин и 8 женщин) без патологии МК, по данным объективного обследования, трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ. Средний возраст пациентов контрольной группы составил 58 ± 13 лет.

Критерии включения в исследование: пациенты с гемодинамически значимой МН, нуждающиеся в выполнении хирургической коррекции. Критерии исключения: пациенты с экстракардиальной патологией в фазе декомпенсации, являющейся противопоказанием к операции.

Пациенты, которым выполнены реконструктивные вмешательства, были разделены на три группы в зависимости от этиологии МР (рис. 1).

В 1-ю группу вошли пациенты с дегенеративной МР (миксоматоз МК) ($n=22$), среди которых было 12 мужчин и 10 женщин. Средний возраст пациентов составил $56,2 \pm 14,5$ года. Во 2-ю – больные с аритмогенной МР (с персистирующей формой фибрилляции предсердий ($n=14$)), 10 мужчин и 4 женщины. Средний возраст пациентов составил $58,7 \pm 6,3$ года. В 3-ю ($n=4$) были включены пациенты с ишемической МР, имеющие, по данным коронароангио-

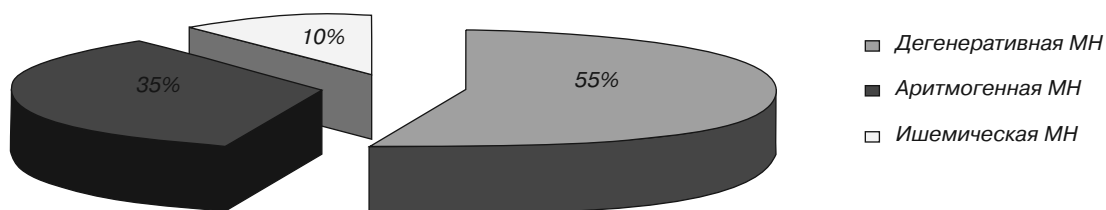


Рис. 1. Распределение пациентов по этиологии митральной регургитации

графии, распространенный атеросклероз коронарных артерий и стенокардию либо перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе. Среди обследованных больных – 2 мужчины и 2 женщины. Средний возраст пациентов составил $62,7 \pm 4,2$ года (табл. 1). По клиническим и стандартным эхокардиографическим параметрам достоверных различий между группами прооперированных больных не выявлено ($p > 0,05$). Статистически значимо различались пациенты группы с МН и контрольной группы по размерам ЛП ($p = 0,041$).

Интраоперационную 2D- и 3D-ЭхоКГ выполняли всем пациентам до основного этапа оперативного вмешательства. Все па-

раметры МК сравнивали с контрольной группой для выявления закономерностей изменений геометрии МК у пациентов с МН различной этиологии. В части случаев еще на дооперационном этапе было принято решение о предполагаемом виде операции (пластика/протезирование), в остальных случаях решение принималось непосредственно в операционной. В группе протезирования у 13% больных не удалось выполнить изначально планируемую пластику МК, в связи с чем в операционной была изменена тактика операции – имплантированы протезы. Нашей основной задачей стало определить различия в геометрии МК между пациентами, которым провели кла-

Таблица 1

Клинико-эхокардиографическая характеристика пациентов

Параметр	Больные, которым выполнено реконструктивное вмешательство на МК			Больные, которым выполнено протезирование МК (n=15)	Пациенты контрольной группы (n=20)	p*
	дегенеративная МН (n=22)	аритмогенная МН (n=14)	ишемическая МН (n=4)			
Средний возраст, годы	56,2±14,5	58,7±6,3	62,7±4,2	60,4±4,5	58,1±13	0,085
Мужчины, n (%)	12 (55%)	10 (71%)	2 (50%)	9 (60%)	12 (60%)	0,06
ИМТ, кг/м ²	26,2	27,5	26,7	25,9	26,7	0,12
АГ, n (%)	10 (45%)	8 (57%)	3 (75%)	7 (46%)	10 (50%)	0,062
<i>Стандартные ЭхоКГ-показатели</i>						
ЛП, см	4,8±0,2	5,2±0,2	4,7±0,2	4,9±0,2	3,7±0,3	0,041**
ИКДР ЛЖ, см/м ²	2,8±0,3	2,6±0,3	2,7±0,1	2,6±0,4	2,57±0,3	0,14
ИКСР ЛЖ, см/м ²	1,8±0,2	1,9±0,3	1,9±0,1	1,9±0,3	1,68±0,1	0,16
ИКДО ЛЖ, мл/м ²	80,7±15,4	78,6±14,8	79,2±5,3	80,2±13,6	73,2±10,3	0,35
ИКСО ЛЖ, мл/м ²	35,2±7,6	31,3±14	31,3±10,8	30,5±9,2	27,5±7,8	0,074
ФВ ЛЖ, %	61,3±5	56,9±9,4	59,2±4,1	58,1±4,5	57,2±3,5	0,125

*p – сравнение групп прооперированных пациентов (n=55) и пациентов контрольной группы (n=20).

** Различия достоверны.

Примечание. АГ – артериальная гипертензия; ИКДО – индексированный конечный диастолический объем; ИКДР – индексированный конечный диастолический размер; ИКСО – индексированный конечный систолический объем; ИКСР – индексированный конечный систолический размер; ИМТ – индекс массы тела; ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие; ФВ – фракция выброса.

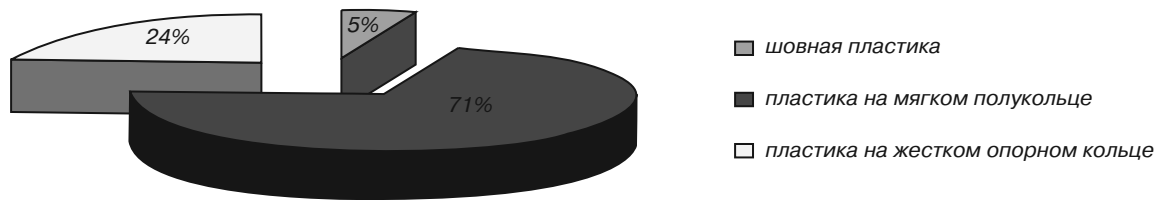


Рис. 2. Виды реконструктивных вмешательств на митральном клапане

паносберегающую операцию, и пациентами с выполненным протезированием МК для выявления предикторов безуспешности реконструктивного вмешательства. Это позволило бы еще на дооперационном этапе определить случаи, когда единственно возможной тактикой является протезирование.

У тех пациентов, которым реконструктивные вмешательства были выполнены, определялись параметры МК до операции и после с целью дополнительной оценки эффективности операции.

Выбор объема реконструктивной операции определялся оперирующим хирургом. В большинстве случаев использовались мягкие опорные кольца (95%), у части пациентов с аритмогенной МН и практически интактным клапаном была применена шовная пластика (5%) (рис. 2, табл. 2).

Методы обследования

Всем больным проводили общеклиническое обследование, электрокардиографию, холтеровское ЭКГ-мониторирование, трансторакальную эхокардиографию, селективную коронарографию, интраоперационно: двухмерную и трехмерную ЧПЭхоКГ. Эхокардиографические исследования интраоперационно проводили на

ультразвуковых аппаратах «Philips iE 33» (Нидерланды) с чреспищеводным датчиком X7-2t и «Philips CX 50» (Нидерланды) с чреспищеводным датчиком X7-2t. Осуществляли детальную оценку морфологии пораженного клапана, изучали локализацию пролапсов и отрывов хорд. Полученные данные обрабатывали на ультразвуковых аппаратах с помощью программы MVQ. Мы оценивали следующие показатели геометрии ФК МК: переднезадний, комиссуральный диаметр, окружность, площадь ФК МК, угол передней и задней створок, непланарный угол створок, высота и объем тента, высота и объем пролапса, аортально-митральный угол, длина переднелатеральной и заднемедиальной хорд (рис. 3).

Пациентам, которым было выполнено протезирование МК, оценку морфологии клапана осуществляли до проведения имплантации протеза. Параметры МК оценивали совместно с хирургами, и в части случаев данная информация помогала определить вид и объем вмешательства.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ IBM SPSS «Statistics 20». Количественные показатели представлены в виде среднего значения (M), стандартного

Таблица 2

Характеристика проведенных реконструктивных вмешательств (n=40)

Вмешательство	Пациенты с дегенеративной МН (n=22)	Пациенты с аритмогенной МН (n=14)	Пациенты с ишемической МН (n=4)
Пластика на мягком полукольце, n (%)	20 (91)	5 (36)	4 (100)
Шовная пластика, n (%)	–	3 (21)	–
Пластика на жестком опорном кольце, n (%)	2 (9%)	6 (43)	–

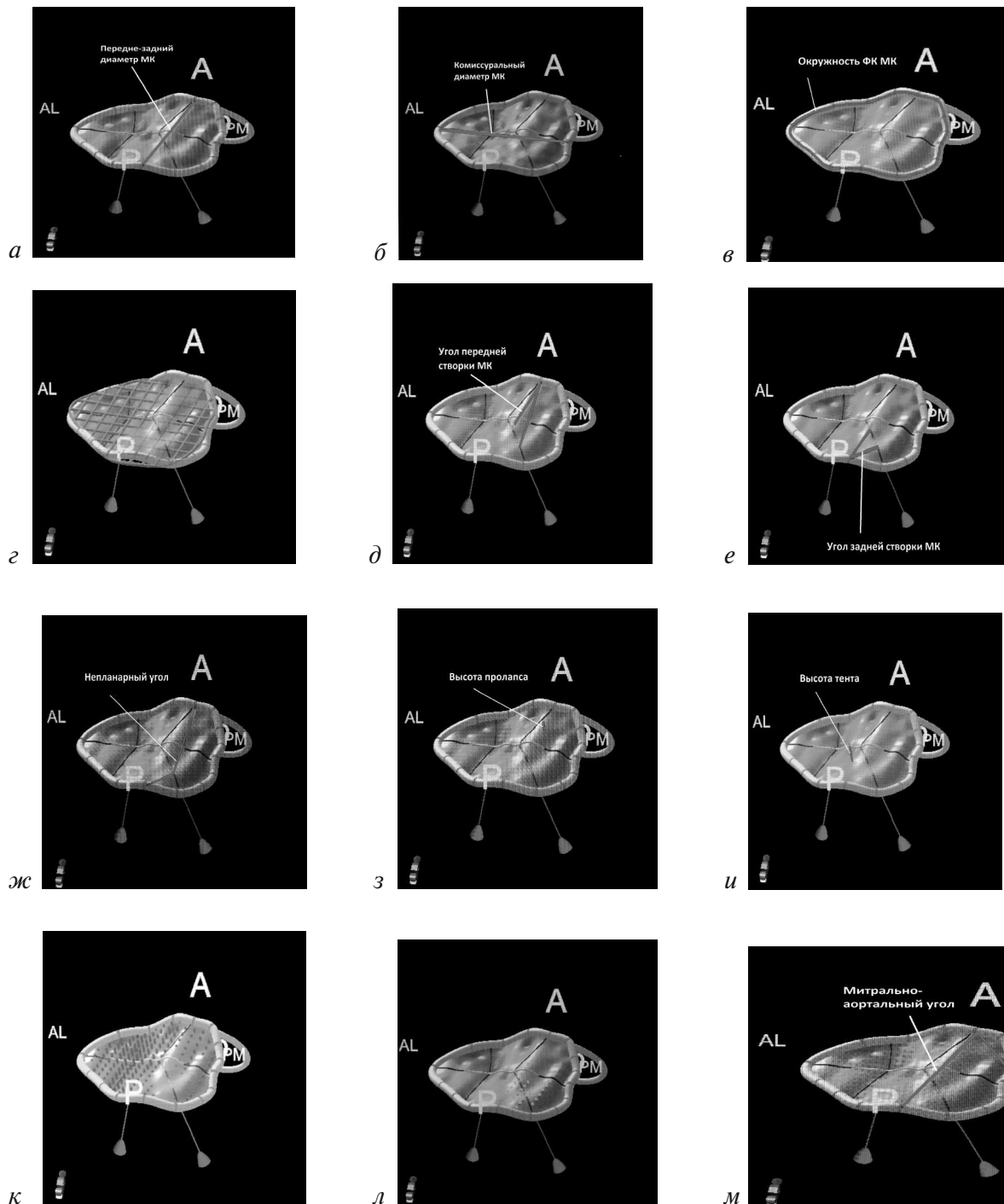


Рис. 3. Измерение основных параметров геометрии митрального клапана с помощью программы MVQ:

a – переднезадний диаметр МК; *б* – комиссуральный диаметр МК; *в* – окружность МК; *г* – площадь МК; *д* – угол передней створки МК; *е* – угол задней створки МК; *ж* – непланарный угол; *з* – высота пролапса; *и* – высота тента; *к* – объем тента (выделен зеленым пунктиром); *л* – объем пролапса (выделен зеленым пунктиром); *м* – митрально-аортальный угол.

AL – переднелатеральная сторона ФК МК; PM – заднемедиальная сторона ФК МК; А – передняя створка МК; P – задняя створка МК; ФК – фиброзное кольцо; МК – митральный клапан

отклонения (σ) и медианы (Me). Связь между переменными изучали при помощи U-критерия Манна–Уитни.

Перечисленные данные оценивали и сравнивали для определения прогнозируемого выбора тактики лечения: пластика или протезирования МК. Пластика условно рассматривалась как благоприятный исход, протезирование – как неблагоприятный.

Переменные, имеющие уровень значимости $p < 0,05$, включали в ROC-анализ. Переменные с площадью под кривой (AUC) менее 0,7 исключали из дальнейшего анализа. При помощи ROC-анализа были определены точки разделения групп. Для оценки прогнозирования выбора тактики лечения (пластика/протезирование) создавали одновариантные биномиальные логистические модели с принудительным включением предиктора.

Характеристика параметров митрального клапана у пациентов с дегенеративной митральной недостаточностью до и после реконструктивной операции

В группу с миксоматозной дегенерацией МК вошли 22 человека. При оценке тяжести МР следует отметить, что у всех пациентов МР достигала III степени, поток регургитации визуализировался до крыши левого предсердия (ЛП) при цветовом доплеровском контрастировании, значения *vena contracta* у этих пациентов составили $7,2 \pm 1$ мм, а объем регургитации – $32 \pm 2,7$ мл.

В контрольную группу были включены 20 человек. Пациенты не имели дегенеративной патологии МК, по данным объективного обследования, трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ. Средний возраст пациентов составил 48 ± 13 лет. При сравнении параметров МК у пациентов с миксоматозной дегенерацией и пациентов из контрольной группы достоверные различия в геометрии получены по следующим показателям: переднезадний диаметр, комиссуральный диаметр, высота, периметр и площадь ФК МК ($p = 0,0001$), непланарный угол ($p = 0,001$), высота и объем пролапсов ($p < 0,0001$). То есть МК при миксоматозной дегенерации подвергается горизонтальной и вертикальной деформации, створки значительно пролабируют в полость ЛП. После пластики МР уменьшилась до минимальной степени. Значения *vena contracta* составили $2,4 \pm 1$ мм, объем регургитации – $11 \pm 2,2$ мл. После операции достоверно менялись следующие параметры: высота ФК МК ($p = 0,0001$), высота и объем пролапсов

Значения *vena contracta* составили $2,4 \pm 1$ мм, объем регургитации – $11 \pm 2,2$ мл. После операции достоверно менялись следующие параметры: высота ФК МК ($p = 0,0001$), высота и объем пролапсов

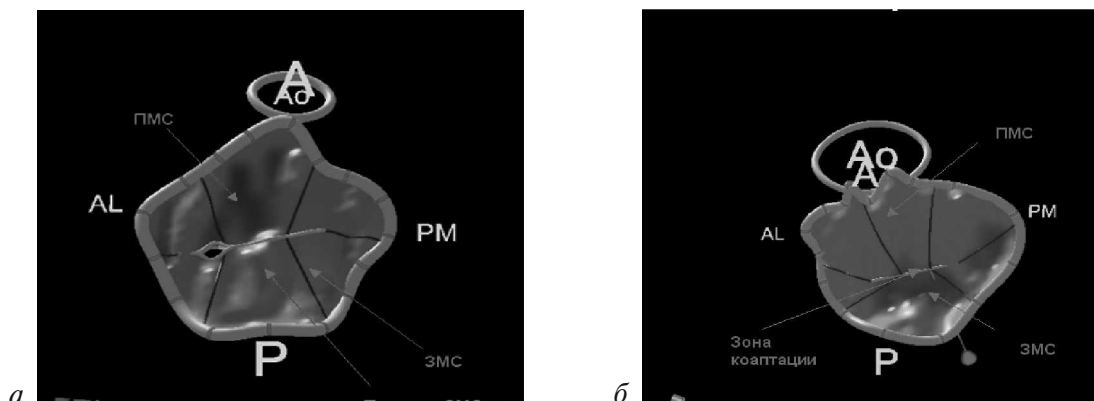


Рис. 4. Геометрическая модель митрального клапана пациента С. до и после реконструктивного вмешательства:

а – трехмерная модель клапана до хирургического вмешательства (пролапс задней створки митрального клапана визуализируется в виде желтого округлого выпухания); *б* – трехмерная модель клапана после хирургического вмешательства (зона пролапса не визуализируется).

AL – переднелатеральная сторона ФК МК; PM – заднемедиальная сторона ФК МК; А – передняя створка МК; P – задняя створка МК; Ао – аорта; ФК – фиброзное кольцо; МК – митральный клапан

Таблица 3

Данные MVQ у пациентов с дегенеративной митральной недостаточностью до и после реконструктивных вмешательств ($M \pm \sigma$)

Параметр	Пациенты с дегенеративной МН ($n=22$)		p
	до операции	после операции	
Переднезадний диаметр ФК МК, мм	40,1±3,7	31,8±2,9	<0,0001*
Комиссуральный диаметр ФК МК, мм	40,7±4,5	33±2,3	0,0001*
Высота ФК МК, мм	9,0±1,1	6,4±1,7	0,0001*
Периметр ФК МК, мм	144,3±19,1	119,8±9,3	0,0001*
Площадь ФК МК, мм ²	1482±380,3	1058,3±129,3	0,0001*
Угол передней створки МК, °	24,4±11,5	22,2±8,6	0,226
Угол задней створки МК, °	20,5±9,0	21,6±10,1	0,794
Непланарный угол створок, °	143,2±25,9	132±15,3	0,076
Высота пролапса, мм	6,4±2,3	1,6±0,9	<0,0001*
Объем пролапса, мл	1,2±1,3	0,4±0,4	<0,0001*
Высота тента, мм	7,6±3,9	6,9±3,3	0,126
Объем тента, мл	2,6±1,7	2,7±2,0	0,915
Митрально-аортальный угол, °	120,28±8,3	122,6±12,5	0,13
Длина переднелатеральной хорды, мм	26,5±2,7	24,9±2,6	0,1
Длина заднемедиальной хорды, мм	27,0±3,1	26,8±2,3	0,07

* Различия достоверны.

($p < 0,0001$), передне-задний диаметр ФК МК ($p = 0,0001$), комиссуральный диаметр ФК МК ($p = 0,0001$), периметр и площадь ФК МК ($p = 0,0001$). Геометрия МК приблизилась к параметрам контрольной группы ($p > 0,05$) (рис. 4, табл. 3).

Для выявления прогностически значимых критериев безуспешности реконструктивных вмешательств на МК была обследована группа пациентов с миксоматозной дегенерацией и МР III степени, которым было выполнено протезирование МК.

При сравнении пациентов с дегенеративной патологией митрального клапана, которым были выполнены протезирование ($n = 22$) и пластика МК ($n = 15$), в геометрии клапана выявлены достоверные различия по следующим параметрам: высота МК ($p = 0,002$), высота тента ($p = 0,047$), объем пролапса ($p = 0,002$). В нашем исследовании для принятия решения о выборе тактики вмешательства большее значение имел объем пролапса, а не высота, так как именно повышение его значения ассоциировано с вовлечением в патологический процесс большего количества сегментов и обеих створок. В группе протезирования

отмечается значимая элонгация хорд по сравнению с группой реконструктивных вмешательств: для переднелатеральной хорды $p = 0,021$, для заднемедиальной $p = 0,018$ (табл. 4, рис. 5).

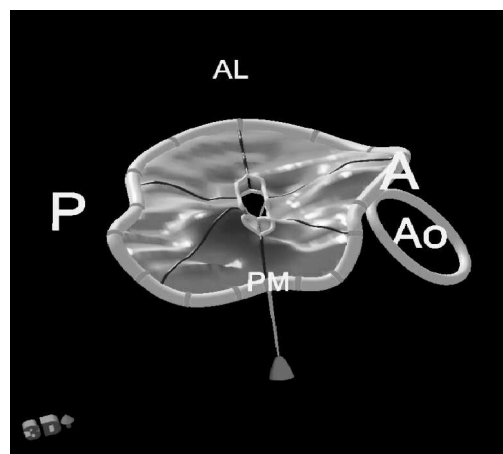


Рис. 5. Геометрическая модель миксоматозно измененного митрального клапана пациента С. Визуализируются полисегментарное поражение створок, дилатация ФК МК (фиброзного кольца митрального клапана). Красным и желтым цветами обозначены пролапсы створок митрального клапана.

AL – переднелатеральная сторона ФК МК; PM – заднемедиальная сторона ФК МК; А - передняя створка МК; P – задняя створка МК; Ao – аорта

Таблица 4

Сравнительная характеристика исходных параметров митрального клапана у пациентов с миксоматозной дегенерацией, которым выполнены реконструктивные вмешательства или протезирование ($M \pm \sigma$)

Параметр	Пациенты с дегенеративной МН, потребовавшей пластики МК ($n=22$)	Пациенты с дегенеративной МН, потребовавшей протезирования МК ($n=15$)	p
Переднезадний диаметр ФК МК, мм	40,1±3,7	45,4±4,3	0,07
Комиссуральный диаметр ФК МК, мм	40,7±4,5	42,7±2,5	0,056*
Высота ФК МК, мм	9,0±1,1	11,2±1,5	0,002*
Периметр ФК МК, мм	144,3±19,1	156,4±23,4	0,54
Площадь ФК МК, мм ²	1482±380,3	1654±246,8	0,76
Угол передней створки МК, °	24,4±11,5	26,2±9,8	0,76
Угол задней створки МК, °	20,5±9,0	21,4±8,6	0,208
Непланарный угол створок, °	143,2±25,9	139,6±35,6	0,07
Высота пролапса, мм	6,4±2,3	6,6±2,1	0,09
Объем пролапса, мл	1,2±0,3	1,7±0,2	0,002*
Высота тента, мм	7,6±3,9	12,4±3,1	0,047*
Объем тента, мл	2,6±1,7	3,7±1,2	0,208
Митрально-аортальный угол, °	127,2±8,1	120,4±8,1	0,06
Длина переднелатеральной хорды, мм	26,5±2,7	31,4±6,9	0,021*
Длина заднемедиальной хорды, мм	27,0±3,1	30,2±2,8	0,018*

* Различия достоверны.

При проведении ROC-анализа наибольшая значимость для определения прогноза безуспешной пластики МК и предпочтения протезирования клапана была отмечена для переменных: объем пролапса, высота тента, длина хорд (переднелатеральной и заднемедиальной) (табл. 5, 6). В уравнении логистической

регрессии на более вероятный прогноз безуспешной пластики и, соответственно, протезирования МК указывали следующие номинальные переменные: объем пролапса более 3,2 мл, высота тента более 11,5 мм, длина переднелатеральной хорды более 28,5 мм и заднемедиальной хорды более 28,1 мм.

Таблица 5

Данные ROC-анализа параметров геометрии митрального клапана, достоверно различающиеся в группах протезирования и пластики

Тестовая переменная	Площадь под кривой (AUC)	Точка разделения	Чувствительность	Специфичность
Высота МК, мм	0,677	–	–	–
Высота тента, мм	0,710	11,5	0,8	0,73
Объем тента, мл	0,361	–	–	–
Высота пролапса, мм	0,548	–	–	–
Объем пролапса, мл	0,836	3,2	0,81	0,9
Длина переднелатеральной хорды, мм	0,850	28,5	0,727	0,8
Длина заднелатеральной хорды, мм	0,764	28,1	0,727	0,7

Примечание. Для всех AUC $p < 0,05$.

Таблица 6

Прогноз выбора метода хирургического лечения (протезирование либо пластика) у пациентов с миксоматозной дегенерацией митрального клапана (данные биномиальной унивариантной логистической регрессии)

Тестовая переменная	p^*	ОШ	95% ДИ
Высота тента более 11,5 мм	0,035	0,631	0,527–0,882
Объем пролапса более 3,2 мл	0,002	0,701	0,667–1,000
Длина переднелатеральной хорды более 28,5 мм	0,004	0,712	0,698–1,000
Длина заднемедиальной хорды более 28,1 мм	0,004	0,711	0,601–0,926

* Различия достоверны.

Примечание. ОШ – отношение шансов; ДИ – доверительный интервал.

Характеристика параметров митрального клапана у пациентов с фибрилляцией предсердий и аритмогенной митральной недостаточностью

В группу аритмогенной митральной недостаточности вошли 14 пациентов (средний возраст – $58,7 \pm 6,3$ года). У всех пациентов данной группы диагностированы нарушения ритма сердца: персистирующая форма фибрилляции предсердий различной давности. В связи с неэффективностью медикаментозной терапии и увеличенными размерами ЛП всем им было показано выполнение изолированной операции «Лабиринт». По данным коронароангиографии гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий выявлено не было. Митральную недостаточность корректировали в 62,5% случаев с помощью шовной пластики в дополнение к криомодификации операции «Лабиринт», в 37,5% выполняли пластику на мягком опорном полукольце (см. табл. 1).

При исследовании эхокардиографических показателей МК при аритмогенной МР обращает на себя внимание увеличение размеров ЛП у всех пациентов: $4,6 \pm 1,3$ см. Снижение систолической функции и фракции выброса левого желудочка (45–54%) зафиксировано у 2,5% пациентов. При оценке степени МР до операции *vena contracta* составила $5,2 \pm 1$ мм, а объем регургитации, рассчитанный с помощью PISA (proximal isovelocity surface area), – $25 \pm 0,5$ мл. После вмешательства

vena contracta уменьшилась до $2,3 \pm 1$ мм, объем регургитации – до $3,7 \pm 0,4$ мл.

Геометрия МК при аритмогенной МР значительно не отличается от контрольной группы. Отмечается достоверное увеличение параметров ФК МК: комиссурального и переднезаднего диаметра, площади и периметра по сравнению с контрольной группой ($p=0,0001$).

После операции достоверно уменьшились переднезадний диаметр, периметр, площадь ФК МК ($p=0,0001$) и комиссуральный диаметр ФК МК ($p=0,001$) (табл. 7, рис. 6).

Таким образом, аритмогенная МР формируется на фоне длительно существующей фибрилляции предсердий и характеризуется минимальными изменениями створок МК и дилатацией ФК МК. Соответственно, после реконструктивных вмешательств аннулэктазия устраняется и параметры МК приближаются к таковым в контрольной группе ($p>0,05$)

Характеристика параметров митрального клапана у пациентов с ишемической митральной регургитацией до и после реконструктивных вмешательств

В группу с ишемической МР вошли 4 пациента. У пациентов, включенных в исследование, диагностирована III степень МР и гемодинамически значимые поражения коронарных артерий. При этом с помощью ЭхоКГ и ЧПЭхоКГ был исключен другой генез МР, в частности дегенеративное пора-

Таблица 7

Параметры фиброзного кольца и створок митрального клапана, рассчитанные с помощью MVQ, у пациентов с аритмогенной митральной регургитацией до и после реконструктивных вмешательств ($M \pm \sigma$)

Параметр	Пациенты с аритмогенной МН		p
	до операции (n=14)	после операции (n=14)	
Переднезадний диаметр ФК МК, мм	38,9±2,8	32,9±1,58	0,0001*
Комиссуральный диаметр ФК МК, мм	40,6±2,8	32,4±2,9	0,001*
Высота ФК МК, мм	7,5±1,44	7,07±1,61	0,161
Периметр ФК МК, мм	136,1±16,6	117,9±15,07	0,0001*
Площадь ФК МК, мм ²	1301±256,7	1054,4±123,3	0,0001*
Угол передней створки МК, °	23,5±6,2	22,4±6,1	0,1063
Угол задней створки МК, °	20,5±5,2	19,1±3,4	0,191
Непланарный угол створок, °	126,3±9,12	126,3±10,9	0,92
Высота пролапса, мм	1,44±1,5	0,66±0,6	0,059
Объем пролапса, мл	0,25±0,43	0,045±0,06	0,317
Высота тента, мм	6,6±1,4	6,3±1,74	0,136
Объем тента, мл	3,03±1,58	2,74±1,56	0,157
Митрально-аортальный угол, °	120,4±8,4	119,9±7,9	0,14
Длина переднелатеральной хорды, мм	26,0±2,2	25,8±2,12	0,2
Длина заднемедиальной хорды, мм	25,5±1,7	24,9±1,33	0,189

* Различия достоверны.

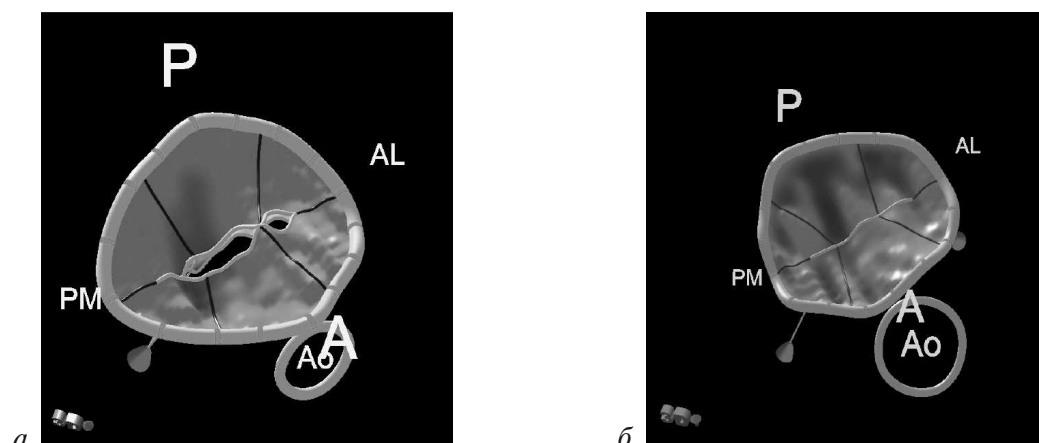


Рис. 6. Геометрические модели митрального клапана пациентки И. с аритмогенной митральной недостаточностью до и после реконструктивного вмешательства:

a – до реконструктивного вмешательства. Визуализируются дилатация фиброзного кольца (ФК) митрального клапана (МК) и нарушение коаптации; *b* – после реконструктивного вмешательства. Поток регургитации на митральном клапане не визуализировался, показатели геометрии приблизились к нормативным.

AL – переднелатеральная сторона ФК МК; PM – заднемедиальная сторона ФК МК; А – передняя створка МК; P – задняя створка МК; Ao – аорта

жение МК. Поток регургитации при оценке его с помощью цветового доплеровского контрастирования достигал крыши левого предсердия, значения *vena contracta* составляли $7,0 \pm 1$ мм, объем регургитации, рассчитанный с помощью PISA, – $28 \pm 0,5$ мл.

У всех пациентов до операции зафиксированы сохранная систолическая функция, отсутствие аневризмы ЛЖ. При сравнении описываемой группы с контрольной группой пациентов выявлены следующие закономерности:

Таблица 8

Характеристика параметров митрального клапана у пациентов с митральной недостаточностью, ассоциированной с ишемической болезнью сердца до и после реконструктивного вмешательства ($M \pm \sigma$)

Параметр	Пациенты с ишемической МН		p
	до операции ($n=4$)	после операции ($n=4$)	
Переднезадний диаметр ФК МК, мм	41,2±1,5	33,8±0,9	0,04*
Комиссуральный диаметр ФК МК, мм	39,7±2,1	33,6±1,9	0,045*
Высота ФК МК, мм	6,92±1,7	7,72±0,5	0,257
Периметр ФК МК, мм	151,2±3,9	145,2±7,0	0,001*
Площадь ФК МК, мм ²	1476,8±77,3	1110,4±17,7	0,001*
Угол передней створки МК, °	42,8±2,4	29,9±2,2	0,066
Угол задней створки МК, °	25,4±0,6	21,9±0,3	0,057
Непланарный угол створок, °	119,6±7,1	131,1±11,1	0,045*
Высота пролапса, мм	1,02±0,8	0,9±0,6	0,408
Объем пролапса, мл	0,075±0,05	0,03±0,04	1,000
Высота тента, мм	11,9±1,9	6,5±1,8	0,039*
Объем тента, мл	7,7±0,5	3,5±0,7	0,058
Митрально-аортальный угол, °	114,8±3,2	115,3±2,3	0,783
Длина переднелатеральной хорды, мм	21,3±1,4	20,9±0,7	0,182
Длина заднемедиальной хорды, мм	22,4±1,5	21,3±1,3	0,8

* Различия достоверны.

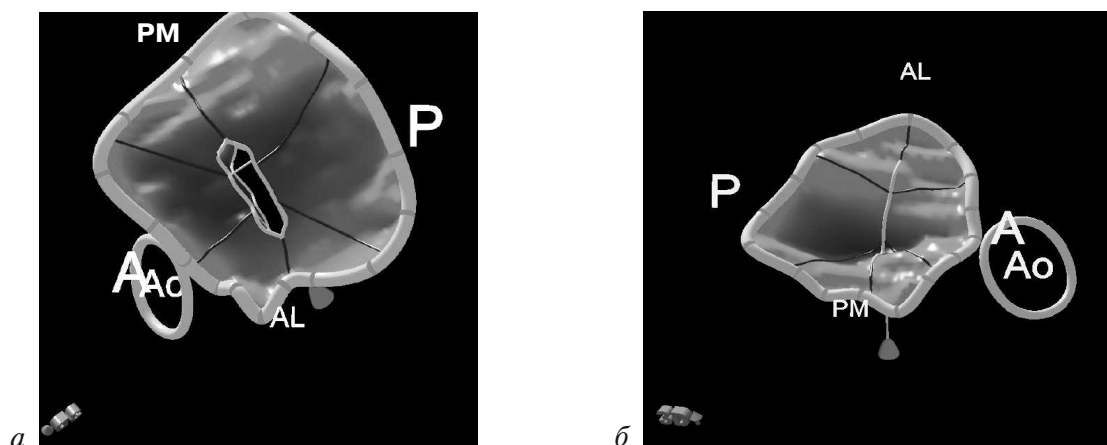


Рис. 7. Геометрические модели митрального клапана (МК) пациентки И. с ишемической митральной недостаточностью до и после реконструктивного вмешательства:

a – до реконструктивного вмешательства. Клапан уплощен и дилатирован; *b* – после реконструктивного вмешательства.

AL – переднелатеральная сторона ФК МК; PM – заднемедиальная сторона ФК МК; А – передняя створка МК; P – задняя створка МК; Ao – аорта; ФК – фиброзное кольцо

– расширение ФК МК за счет переднезаднего диаметра ФК ($p=0,0001$), комиссурального ($p=0,0001$);

– потеря естественной для МК седловидной формы, что ассоциировано с уменьшением значения непланарного угла створок;

– увеличение объема ($p=0,0001$) и высоты тента ($p=0,039$), что отображает ишемию сосочковых мышц и миокарда ЛЖ в целом.

При сравнении геометрии МК до и после вмешательства выявлены следующие закономерности: достоверно уменьши-

лись значения передне-заднего размера ($p=0,04$), комиссурального размера ($p=0,045$), периметра и площади ФК МК ($p=0,001$), высоты тента МК ($p=0,039$), непланарного угла ($p=0,045$) (табл. 6). Очевидно, что после реконструктивной операции имеется тенденция к восстановлению седловидной формы МК, обеспечивающей МК его адекватную запирающую функцию (табл. 8, рис. 7).

После вмешательства все показатели МК приближаются к значениям контрольной группы, значимые различия имеются лишь в показателях высоты тента ($p=0,032$) и объема тента ($p=0,04$).

Обсуждение результатов

Основным вопросом в хирургии МК остается выбор метода хирургического пособия в пользу реконструктивного вмешательства или протезирования. С внедрением в практику трехмерной ЭхоКГ появилась возможность визуализировать МК так, как видит его хирург в операционной («surgical view»).

P. Biaggi et al. в своем исследовании использовали трехмерную реконструкцию МК для определения сложности вмешательства на клапане [14].

J. Grewal et al. указывают на более выраженное поражение ФК и створок МК при миксоматозе по сравнению с другими причинами МР [12]. В нашем исследовании также наибольшая деформация МК наблюдалась в группе с дегенеративными заболеваниями клапана. После выбора тактики вмешательства мы сравнили геометрию МК у пациентов в группе реконструктивных вмешательств и в группе протезирования. Достоверные различия в данных группах отмечались по следующим параметрам: комиссуральный диаметр, высота МК, объем пролапса и длина обеих хорд. При проведении ROC-анализа было выявлено, что успешная пластика МК у пациентов с дегенеративными заболеваниями менее вероятна при объеме пролапса более 3,2 мл, высоте тента более 11,5 мм,

длине переднелатеральной хорды более 28,5 мм, длине заднемедиальной хорды более 28,1 мм.

В исследовании J. Chikwe et al. предикторами успешности пластики МК были признаны: вертикальная деформация ФК МК, поражение обеих створок, полисегментарное поражение, высота пролапса и площадь передней створки [15]. Это исследование, как и наше, демонстрирует, что количественная оценка МК – это простой, воспроизводимый и надежный способ распределения пациентов в зависимости от планируемого способа хирургического вмешательства. В исследовании А.А. Толстихиной отмечались следующие особенности морфологии МК при фибрилляции предсердий: дилатация ФК, нарушение коаптации створок и практически интактные створки [13]. Наши данные подтверждают эти закономерности.

Ишемическая МР является предиктором неблагоприятного исхода у пациентов с ишемической болезнью сердца. E. Prifti et al. в своем исследовании оценили целесообразность вмешательств на МК наряду с аортокоронарным шунтированием у больных ишемической МР II–III степени и дисфункцией ЛЖ. В течение 6 мес наблюдения после операции реваскуляризации, дополненной пластикой МК, функция ЛЖ и его геометрия значительно улучшились по сравнению с изолированным аортокоронарным шунтированием (АКШ) (фракция выброса левого желудочка ($p<0,001$), степень регургитации ($p<0,001$)). В течение трех лет общая выживаемость в группе изолированного АКШ была значительно ниже, чем в группе АКШ + пластика МК ($p<0,009$) [16].

По данным Е.Н. Ореховой, у больных с умеренной ишемической МН после выполнения хирургической реваскуляризации и митральной аннулопластики достоверно увеличивается продольная систолическая деформация как показатель позитивной динамики глобальной систолической функции левого желудочка [17].

При сравнении параметров МК у пациентов с ИБС и ишемической МР и пациентов контрольной группы выявлено, что при ишемическом поражении МК теряет свою физиологическую седловидную форму. Специфическим изменением в геометрии ФК является увеличение высоты и объема тента створок. Существуют публикации, посвященные выявлению корреляции между высотой и объемом тента и степенью и тяжестью течения МН [18].

Заключение

Применение интраоперационной 3D-ЭхоКГ в режиме реального времени и построение трехмерной модели МК дает возможность определить характерные изменения анатомии и геометрии МК для каждой группы пациентов в зависимости от генеза МР, выбрать оптимальную тактику и объем хирургического лечения для каждого пациента в условиях операционной и провести оценку эффективности оперативного вмешательства. На выбор тактики операции у пациентов с миксоматозной дегенерацией МК имели влияние полисегментарное поражение створок, объем пролапса, высота тента, длина переднелатеральной и заднемедиальной хорд. Увеличение значений этих параметров является показателем распространенности дегенеративного процесса и прогностически неблагоприятным фактором успешного реконструктивного вмешательства.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Литература

1. *Nkomo V.T., Gardin J.M., Skelton T.N.* Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet*. 2006; 368: 1005–11.
2. *Buck T., Plicht B.* Real-time three-dimensional echocardiographic assessment of severity of mitral regurgitation using proximal isovelocity surface area and vena contracta area method. *Lessons We Learned and Clinical Implications. Curr. Cardiovasc. Imaging Rep.* 2015; 8 (10): 38.
3. *Vahanian A., Alferi O., Andreotti F.* et al. Guidelines on the management of valvular heart disease. The joint task force on the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) (version 2012). *Eur. Heart J.* 2012; 33 (Issue 33): 2451–96.
4. *Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O.* 2014 AHA/ACC Guidelines 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; 2014. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (22): 2438–88.
5. *Hien M.D., Rauch H., Lichtenberg A.* Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography: improvements in intraoperative mitral valve imaging. *Anesth. Analg.* 2013; 116: 287–95.
6. *Zamorano J.L., Gonçaves A.* Three-dimensional echocardiography in valvular heart disease. *Heart.* 2013; 99 (11): 811–3.
7. *Matsumoto M., Inoue M., Tamura S.* Three-dimensional echocardiography for spatial visualization and volume calculation of cardiac structures. *J. Clin. Ultrasound.* 1981; 4: 157–65.
8. *Бокерия Л.А., Машина Т.В., Голухова Е.З.* Трехмерная эхокардиография. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2002.
9. *Голухова Е.З., Бакулева А.А., Машина Т.В., Какучая Т.Т.* Первый опыт в России применения методики Mitral Valve Quantification в кардиохирургической практике. *Креативная кардиология.* 2009; 1: 61–7.
10. *Голухова Е.З., Макаренко В.Н., Машина Т.В., Бакулева А.А.* Митральная недостаточность: анализ геометрии митрального клапана (Mitral Valve Quantification). *Креативная кардиология.* 2011; 1: 129–33.
11. *Kovalova S., Necas J.* RT-3D TEE: Characteristics of mitral annulus using Mitral Valve Quantification (MVQ) program. *Echocardiography.* 2011; 28 (4): 461–7.
12. *Grewal J., Mankad S., Freeman W.* Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009; 22: 33–41.
13. *Толстихина А.А.* Новые ультразвуковые технологии в диагностике митральной недостаточности при ишемической и аритмогенной дисфункции левого желудочка, ассоциированной с фибрилляцией предсердий: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2012.
14. *Biaggi P., Jedrzkiewicz S., Gruner C.* Quantification of mitral valve anatomy by three-dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve prolapse predicts surgical anatomy and the complexity of mitral valve repair. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012; 25: 758–65.
15. *Chikwe J., Adams D.H., Su K.N., Anyanwu A.C.* et al. Can three-dimensional echocardiography accurately predict complexity of mitral valve repair? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 3: 518–24.
16. *Prifti E., Bonacchi M., Frati G., Giunti G., Babatasi G., Sani G.* Ischemic mitral valve regurgitation grade II–III: correction in patients with

- impaired left ventricular function undergoing simultaneous coronary revascularization. *J. Heart Valve Dis.* 2001; 10 (6): 754–62.
17. Суханов С.Г., Орехова Е.Н., Шарлаимов С.А. Дополнительные возможности эхокардиографической оценки систолической функции левого желудочка у пациентов с умеренной митральной недостаточностью до и после хирургической реваскуляризации миокарда и митральной аннулопластики. *Креативная кардиология.* 2014; 1: 24–35.
 18. Ryan L.P., Jackson B.M., Parish L.M. et al. Mitral valve tenting index for assessment of subvalvular remodeling. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84: 1243–9.
- References**
1. Nkomo V.T., Gardin J.M., Skelton T.N. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet.* 2006; 368: 1005–11.
 2. Buck T., Plicht B. Real-time three-dimensional echocardiographic assessment of severity of mitral regurgitation using proximal isovelocity surface area and vena contracta area method. Lessons We Learned and Clinical Implications. *Curr. Cardiovasc. Imaging Rep.* 2015; 8 (10): 38.
 3. Vahanian A., Alfieri O., Andreotti F. et al. Guidelines on the management of valvular heart disease. The joint task force on the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) (version 2012). *Eur. Heart J.* 2012; 33 (Issue 33): 2451–96.
 4. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O. 2014 AHA/ACC Guidelines 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; 2014. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63 (22): 2438–88.
 5. Hien M.D., Rauch H., Lichtenberg A. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography: improvements in intraoperative mitral valve imaging. *Anesth. Analg.* 2013; 116: 287–95.
 6. Zamorano J.L., Gonçalves A. Three-dimensional echocardiography in valvular heart disease. *Heart.* 2013; 99 (11): 811–3.
 7. Matsumoto M., Inoue M., Tamura S. Three-dimensional echocardiography for spatial visualization and volume calculation of cardiac structures. *J. Clin. Ultrasound.* 1981; 4: 157–65.
 8. Bockeria L.A., Mashina T.V., Golukhova E.Z. Three-dimensional echocardiography. Moscow: Nauchnyy Tsentr Serdechno-Sosudistoy Khirurgii imeni A.N. Bakuleva Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk; 2002 (in Russian).
 9. Golukhova E.Z., Bakuleva A.A., Mashina T.V., Kakuchaya T.T. The first experience in the use of Russian Mitral Valve Quantification techniques in cardiac surgery practice. *Kreativnaya kardiologiya.* 2009; 1: 61–7 (in Russian).
 10. Golukhova E.Z., Makarenko V.N., Mashina T.V., Bakuleva A.A. Mitral insufficiency: an analysis of the geometry of the mitral valve (Mitral Valve Quantification). *Kreativnaya kardiologiya.* 2011; 1: 129–33 (in Russian).
 11. Kovalova S., Necas J. RT-3D TEE: Characteristics of mitral annulus using Mitral Valve Quantification (MVQ) program. *Echocardiography.* 2011; 28 (4): 461–7.
 12. Grewal J., Mankad S., Freeman W. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009; 22: 33–41.
 13. Tolstikhina A.A. New ultrasound technology in the diagnosis of mitral regurgitation with left ventricular arrhythmogenic ischemic and dysfunction associated with atrial fibrillation. Med. Sci. Diss. Moscow; 2012 (in Russian).
 14. Biaggi P., Jedrzkiewicz S., Gruner C. Quantification of mitral valve anatomy by three-dimensional transesophageal echocardiography in mitral valve prolapse predicts surgical anatomy and the complexity of mitral valve repair. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012; 25: 758–65.
 15. Chikwe J., Adams D.H., Su K.N., Anyanwu A.C. et al. Can three-dimensional echocardiography accurately predict complexity of mitral valve repair? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 3: 518–24.
 16. Prifti E., Bonacchi M., Frati G., Giunti G., Babatasi G., Sani G. Ischemic mitral valve regurgitation grade II-III: correction in patients with impaired left ventricular function undergoing simultaneous coronary revascularization. *J. Heart Valve Dis.* 2001; 10 (6): 754–62.
 17. Sukhanov S.G., Orekhova E.N. Additional features of echocardiographic assessment of left ventricular systolic function in patients with moderate mitral insufficiency patients before and after surgical myocardial revascularization and mitral annuloplasty. *Kreativnaya kardiologiya.* 2014; 1: 24–35 (in Russian).
 18. Ryan L.P., Jackson B.M., Parish L.M. et al. Mitral valve tenting index for assessment of subvalvular remodeling. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84: 1243–9.

Поступила 12.04.2016