

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ • REVIEWS

ИШЕМИЧЕСКАЯ МИТРАЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Ревишвили Г.А.*, Жбанов И.В., Шабалкин Б.В.
ФГБНУ «Российский научный центр хирургии
им. академика Б.В. Петровского», Москва

DOI: 10.25881/BPNMSC.2021.17.27.027

Резюме. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) до сих пор является одной из самых частых причин инвалидизации населения развитых стран, а вызываемые ею осложнения в значительной степени ухудшают прогнозы и течение данного заболевания. Одним из таких осложнений является ишемическая митральная недостаточность (ИМН) — грозное заболевание, связанное с преимущественным ишемическим повреждением миокарда левого желудочка (ЛЖ). Так, по данным различных авторов 5-летняя выживаемость у больных с ИМН не достигает 70%. Ведущей проблемой лечения данной патологии является оценка тяжести недостаточности, определение механизмов ее формирования и выбор индивидуально подобранной хирургической стратегии. Несмотря на множество проведенных исследований и определения тактики в отношении тяжелой ИМН, ведение пациентов с незначительной и умеренной ИМН до сих пор остается дискуссионным вопросом. По утверждению ряда авторов, госпитальная летальность при комбинированном лечении коронарных артерий (КА) и митрального клапана (МК) может достигать 17%, однако изолированное коронарное шунтирование (КШ) не приводит к улучшению замыкательной функции клапана. В данном обзоре проведен анализ механизмов формирования ИМН, основных методов диагностики и различных тактик хирургического лечения.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца; митральный клапан; митральная недостаточность; коронарное шунтирование.

Введение

Перенесенный инфаркт миокарда (ИМ) приводит к развитию осложнений, которые в значительной степени ухудшают прогноз и течение ИБС. Одним из таких осложнений является ишемическая митральная недостаточность (ИМН). Через год после её диагностики летальность составляет 10%, а 5-летняя выживаемость варьирует от 25 до 69% [1–5]. Среди ведущих причин летальности — тяжелая, рефрактерная к медикаментозной терапии сердечная недостаточность (СН), повторные ИМ и фатальные желудочковые аритмии [5–11]. Нередко хирургическое лечение больных с тяжелой ИМН требует комплексного подхода и включает в себя реконструкцию ЛЖ с восстановлением нормальных размеров и конфигурации его полости ЛЖ, непосредственно коррекцию ИМН, реваскуляризацию миокарда и современную патогенетическую терапию после операции [3; 12].

ИМН является следствием дисфункции в той или иной степени всех структур митрального клапана (МК), которая развивается при остром или хроническом на-

ISCHEMIC MITRAL REGURGITATION: MODERN POSSIBILITIES OF DIAGNOSTIC AND SURGICAL TREATMENT

Revishvili G.A.*, Zhanov I.V., Shabalkin B.V.

B.V. Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow

Abstract. Coronary heart disease (CHD) is still one of the most common causes of disability in developed countries. One of these complications is ischemic mitral regurgitation (IMR) — a formidable disease associated with primary ischemic damage of the myocardium of the left ventricle (LV). According to various authors, the 5-year survival rate in patients with IMR does not reach 70%. The leading problem in the treatment of this pathology is the assessment of the severity of the insufficiency, the mechanisms of its formation and the choice of an individually selected surgical strategy. Despite the many studies and definitions of tactics in relation to severe IMR, the management of patients with minor and moderate IMR is still a controversial issue. According to a number of authors, hospital mortality in the combined treatment of coronary arteries (CA) and mitral valve (MV) can reach 17%, however, isolated coronary artery bypass grafting (CABG) does not improve valve closure function. This review analyzes the mechanisms of the formation of medical conditions, the main diagnostic methods and various tactics of surgical treatment.

Keywords: coronary heart disease; mitral valve; mitral regurgitation; coronary artery bypass grafting.

рушении коронарного кровоснабжения. Э.М. Идов подчеркивает, что ИМН является «клапанным проявлением» патологии миокарда. По данным разных авторов, ИМН диагностируют у в 3–5% больных ИБС, а доля среди них, нуждающихся в хирургической коррекции, составляет 16,7% [8; 13; 14]. Grigioni и соавт. сообщают, что пациенты с ИМН через 16 суток после трансмурального ИМ имели более низкую 5-летнюю выживаемость в сравнении с больными без ИМН, соответственно, 38±5% против 61±6% [15].

Выделяют острую и хроническую ИМН. Первая является следствием разрыва или надрыва папиллярных мышц с возможным отрывом прилегающих к ним хорд. Возникает острая перегрузка левых отделов сердца, что клинически нередко реализуется в отек легких и кардиогенный шок. В зависимости от степени поражения выживаемость таких больных может составлять от несколько суток до несколько месяцев [16; 17]. Хроническая ИМН существует более 4-х недель, развивается вследствие постинфарктного ремоделирования ЛЖ из-за дисбаланса

* e-mail: giorgi-revishvili@mail.ru

между увеличивающимися силами натяжения и снижением амплитуды систолического движения створок, что приводит к уменьшению зоны их смыкания створок, которая начинает располагаться ближе к верхушке ЛЖ [18; 19]. Следует отметить более частое появление ИМН при Q-позитивном заднем или заднебоковом ИМ. Здесь рубцовая трансформация миокарда касается не только свободной стенки ЛЖ, но и папиллярных мышц, что приводит не только к запуску патологического механизма ремоделирования ЛЖ, но и нередко к выраженной папиллярной дисфункции [20–22]. Вследствие нарушения сократительной способности миокарда возникает снижение синхронности работы папиллярных мышц на фоне общей диссинхронии ЛЖ, что в свою очередь ещё более нарушает коаптацию створок МК. В дальнейшем ИМН приводит к прогрессирующей дилатации ЛЖ, центробежному смещению папиллярных мышц, увеличению диаметра фиброзного кольца МК и усугублению регургитации [23–26].

На сегодняшний день для оценки митральной недостаточности (МН) используют усовершенствованную классификацию А. Carpentier, в основе которой лежит оценка движения створок по отношению к плоскости фиброзного кольца [27]. Данная классификация обеспечивает понимание специфических механизмов развития МН. Согласно ей выделяют:

I тип МН с нормальной подвижностью створок МК вследствие:

- дилатации ФКМК;
- перфорация створок МК;

II тип МН с избыточной подвижностью створок (пролапс) за счёт:

- отрыва или удлинения хорд МК;
- отрыва или удлинения папиллярных мышц МК;

III тип МН с ограничением подвижности створок (рестриктивный тип):

- III а — в систолу и диастолу, обусловленное ревматическими изменениями клапана;
- III б — в систолу из-за дислокации папиллярных мышц и натяжения створок.

ИМН может появиться в результате I, II или IIIб типа дисфункции [28]. При острой ИМН, как правило, развивается II тип, однако по данным Kochman J. причиной острой регургитации так же может стать и менее выраженные изменения в структуре МК [29]. Развитие хронической ИМН чаще связано с I и IIIб типом поражения МК. Изолированная аннулоэктазия ФКМК развивается в связи с постинфарктным ремоделированием ЛЖ и является наиболее благоприятным вариантом ИМН [30; 31]. Однако IIIб тип МН, который обусловлен расхождением папиллярных мышц и увеличением натяжением створок МК, развивается у таких больных чаще. Очень часто у больных с ИМН I и IIIб типы поражения наблюдаются одновременно [32].

Таким образом, у большинства пациентов хроническая ИМН обусловлена ранее перенесенным Q-пози-

тивным ИМ, чаще задней и заднебоковой локализации с развитием дисфункции типа III б по А. Carpentier с ограничением движения створок в систолу [27].

Диагностика ИМН

Клиническое состояние больных с ИМН нередко обусловлено симптомами СН вследствие ишемической кардиомиопатии, что иногда затрудняет определение степени регургитации на МК. У пациентов с первичной МН и нормальной сократимостью ЛЖ интенсивность систолического шума при аускультации, как правило, коррелирует с объемом регургитации; при тяжелой СН этот шум имеет менее выраженную интенсивность из-за низкого сердечного выброса. В диагностике ИМН наряду с клинико-anamnestическими данными (стенокардия, перенесенный ИМ, аускультация), нельзя отрицать значение фонокардиографии (ФКГ) с определяемыми поздним систолическим шумом и систолическим щелчком [33]. Однако, как и аускультация, ФКГ не всегда эффективна в условиях сниженного сердечного выброса. Поэтому полагаться на данные аускультации сердца и ФКГ при оценке тяжести ИМН следует с большой осторожностью [6].

По данным ЭКГ характерными особенностями ИМН являются признаки увеличения левого предсердия и гипертрофии ЛЖ с отклонением ЭОС влево, рост вольтажа зубца R в левых грудных отведениях, а также нередкая картина мерцательной аритмии. У большинства пациентов регистрируются рубцовые изменения миокарда ЛЖ, чаще задней или заднебоковой локализации. При выполнении рентгенографии грудной клетки могут наблюдаться признаки застоя в малом круге кровообращения, увеличения левого предсердия и ЛЖ с возрастанием кардиоторакального индекса, а при развитии легочной гипертензии — правых отделов сердца. Однако эти диагностические данные также не являются определяющими в оценке степени ИМН в силу своей относительно низкой чувствительности.

Эхокардиография (ЭхоКГ) — в настоящее время основополагающий метод для точной оценки объема регургитации и механизма её развития [34]. Трансторакальная ЭхоКГ на диагностическом, дооперационном этапе позволяет определить анатомо-функциональное состояние МК и других клапанов сердца, изучить состояние центральной гемодинамики.

Трансэзофагеальная эхокардиография (ТЭЭхоКГ) — важнейшее интраоперационное исследование, которое детализирует ультразвуковую картину сердца, позволяет окончательно определить план операции, а иногда внести в него существенные коррективы, даёт возможность оценить качество реконструкции клапана, динамику сократительной способности ЛЖ, провести эффективные мероприятия по профилактике воздушной эмболии. В настоящее время ТЭЭхоКГ является обязательным интраоперационным методом диагностики у всех пациентов с ИМН независимо от её выраженности [7].

Для определения степени ИМН определяют следующие показатели:

- размер перешейка регургитации (*vena contracta*). При ИМН «*vena contracta*» вытянута вдоль линии кооптации створок МК, для её более точного определения, исследование необходимо выполнять из четырех- и двухкамерных проекций. Показатель «*vena contracta*» менее 3 мм соответствует незначительной ИМН (I степени), от 3 до 7 мм — умеренной (II степени) и более 7 мм тяжелой степени ИМН (III степени) [35];
- величина радиуса проксимальной зоны регургитации (rPISA), определяемая как часть цветного спектра регургитации со стороны полости ЛЖ. Если rPISA не превышает 5 мм, то регургитация незначительная, находится между 5 и 10 мм — умеренная, превышает 10 мм, то тяжёлая [13; 36–38];
- площадь эффективного отверстия регургитации (EROA), расчёт которой требует комбинации данных цветового и постоянно волнового доплеровского исследования. Градации 2 мм², 2–3 мм² и более 3 мм² соответствуют возрастающей степени ИМН [17; 39];
- объём регургитации — соотношение площади регургитации к площади левого предсердия. Если это соотношение не превышает 30%, то регургитация незначительная, если менее 45%, то умеренная, более 45% — выраженная [38].

Помимо объёмных и скоростных показателей, позволяющих определить степень выраженности ИМН необходима оценка пространственно-геометрических соотношений створок МК, его подклапанных структур и стенок ЛЖ. В этом аспекте диаметр ФКМК, глубина кооптации створок (ГКС), аннулопапиллярная дистанция (АПД, *tetering*), площадь натяжения створок (ПНС, *tenting*) и межпапиллярное расстояние (МПР) являются наиболее важными показателями, характеризующими анатомо-функциональное состояние клапанного аппарата. Референсные значения каждого из указанных показателей представлены в таблице 1.

Как правило, их динамика взаимосвязана со степенью ИМН и ремоделированием ЛЖ, что в свою очередь определяет выбор хирургической тактики [40]. В частности, Salafiere А.М считает, что аннулопластика МК имеет благоприятный прогноз и сохраняет свою эффективность в отдаленном послеоперационном периоде, если исходная ГКС не превышает 10 мм; при её значении

более 10 мм в механизме развития ИМН в значительной мере задействованы изменения подклапанных структур. В таких случаях следует выполнять протезирование МК поскольку аннулопластика сопряжена с высоким риском рецидива регургитации [9].

Таким образом, современная ультразвуковая диагностика даёт ясное понимание патогенеза развития ИМН у каждого конкретного пациента, позволяет определить степень регургитации и выбрать оптимальную тактику хирургического лечения.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является высокоинформативным методом, который позволяет детально изучить все структуры сердца, состояние внутрисердечной гемодинамики, глобальную и локальную сократимость ЛЖ. В отношении ИМН метод уступает ЭхоКГ поскольку оценивает её только качественно. Контрастирование с гадолинием даёт возможность выявить рубцовые изменения миокарда и определить значение постинфарктного повреждения папиллярных мышц и их дисфункции в патогенезе ИМН [7]. Последующий комплексный анализ данных МРТ с контрастированием и ЭхоКГ позволяет выбрать оптимальный метод хирургического лечения пациента в зависимости от степени регургитации на МК и причин её развития.

Рентгеноконтрастная левая вентрикулография (ЛВГ) выполняется вместе с коронароангиографией. Метод позволяет оценить глобальную и локальную сократимость ЛЖ, определить объёмы и конфигурацию полости ЛЖ, диагностировать внутрисердечный тромбоз, визуализировать регургитацию на МК. ЛВГ — исследование инвазивное, уступающее по своей информативности современной ЭхоКГ и МРТ с контрастированием, что делает её применение весьма ограниченным [34].

Хирургические вмешательства при ИМН

Хирургическое лечение больных ИБС с незначительной ИМН (I степени) чаще всего заключается в выполнении изолированного КШ. Выраженная ИМН (III степени) всегда подлежит коррекции, как правило, в сочетании с КШ [41]. Выбор метода такой коррекции происходит между клапаносохраняющей операцией и протезированием МК. Каждая из этих операций имеет свои преимущества и относительные недостатки. Аннулопластика МК не требует постоянной антикоагулянтной терапии и обладает лучшими параметрами 3-х летней выживаемости по сравнению с протезированием МК, но имеет больший показатель реопераций по сравнению с протезированием [42–48]. Однако, при выборе оптимального метода коррекции ИМН необходимо руководствоваться прежде всего степенью и характером поражения створок клапана и подклапанных структур. Состояние их оценивается при ЭхоКГ по качественным (морфологическим) и количественным (расчётным) критериям. При нормальных или малоизменённых створках МК, дилатации ФКМК, ГКС не более 10 мм, центральной струе регургитации и отсутствии выраженных изменений

Табл. 1. Референсные значения показателей анатомо-функционального состояния митрального клапана

Показатели	Референсные значения
ФКМК, мм	30–35
ГКС, мм	4–6
ПНС, мм ²	12–15
АПД, мм	40–42
МПР, мм	18–22

хордопапиллярного аппарата есть все основания рассчитывать на благоприятный результат реконструктивной операции и делать выбор в пользу аннулопластики. Напротив, ГКС более 10 мм, площадь натяжения створок более 2,5–3 см², выраженный фиброз папиллярных мышц указывают на целесообразность выполнения протезирования МК [9; 34].

Правомерность выполнения изолированного КШ без вмешательства на МК при умеренной регургитации (II степени) остаётся предметом дискуссий. Существует мнение, что реваскуляризации миокарда способна активировать обратное ремоделирование ЛЖ, что, в свою очередь, приводит к уменьшению митральной регургитации, однако такая динамика зависит от объема жизнеспособного миокарда [49–51]. Aklog L. и соавт. изучили результаты изолированного КШ при умеренной ИМН и, напротив, пришли к выводу, что операция не оказывает влияния на функцию МК у большинства больных, предполагая при этом, что аннулопластика с КШ может её улучшить [23]. Определённым подтверждением этого служат результаты первого проспективного рандомизированного исследования по сравнению изолированного КШ (54 пациента) и его комбинации с пластикой МК (48 пациентов) при умеренной регургитации, опубликованные в 2009 г. Как периоперационную сердечную недостаточность (СН), так и симптомы хронической СН в отдаленные сроки после операции авторы наблюдали достоверно чаще после изолированного КШ [52]. В другом исследовании Chan K.M. и соавт. отметили улучшение сократимости и обратное ремоделирование ЛЖ, восстановление замыкательной функции МК и снижение концентрации натрийуретического пептида В-типа (proBNP) после КШ и пластики МК у больных с умеренной ИМН. После изолированного КШ такой динамики не наблюдали [53]. У многих пациентов умеренная ИМН клинически асимптомна [20; 22]. Целесообразность ее коррекции заключается в предупреждении развития СН в отдаленном послеоперационном периоде. В этом же контексте некоторые авторы видят необходимость вмешательства на МК даже при незначительной регургитации [23; 25; 27; 29; 51]. Так первый зафиксированный «превентивный» подход к пластике МК на опорном кольце был выполнен S. Bolling в 1995 г., что значительно улучшило результаты лечения у этих больных [54].

Однако, существует и противоположное мнение о том, комбинированные операции КШ и коррекции умеренной ИМН сопровождаются более высокой госпитальной летальностью по сравнению с изолированным КШ при отсутствии различий в продолжительности и качестве жизни больных в отдаленные сроки после операции [50; 55–58]. Подтверждает это крупное проспективное исследование CTSN, где представлен анализ результатов хирургического лечения больных с умеренной ИМН [59]. В нём рандомизировали 301 пациента из 26 клиник, 150 из которых выполнили рестриктивную аннулопластику МК опорным кольцом малого диаметра в сочетании с реваскуляризацией миокарда, и 151 — только изолированное

КШ. Несмотря на большую частоту резидуальной МН после изолированного КШ (31,0% против 11,2%, $p < 0,001$), разницы в госпитальной летальности, частоте неблагоприятных кардиоваскулярных событий и выживаемости через 2 года после операции между группами не было. Более того, исследование продемонстрировало более высокую частоту неврологических осложнений (инсульт, транзиторная ишемическая атака, энцефалопатия) и суправентрикулярных аритмий после комбинированных операций на МК и коронарных артериях.

Заключение

По всей видимости, существует определенная группа пациентов, для которых вмешательство на МК при умеренной его недостаточности оказывает позитивное влияние на выживаемость и качество жизни, однако данная категория больных до сих пор окончательно не определена и, вероятно, должна включать пациентов с симптомами СН и повышенным уровнем proBNP [60].

Таким образом, современные диагностические возможности позволяют в полной мере прецизионно осуществить качественную оценку морфологической структуры и количественный анализ функционального состояния МК, точно определить степень выраженности ИМН. Хирургическое лечение больных ИБС с незначительной ИМН чаще заключается в выполнении изолированного КШ. При выраженной ИМН всегда необходима её коррекция в сочетании с КШ. При этом оптимальный вариант вмешательства на МК, — пластика или протезирование, — определяется состоянием створок, фиброзного кольца и хордопапиллярного аппарата МК. Целесообразность комбинированной операции на МК и коронарных артериях у больных с умеренной ИМН, равно, как и правомерность изолированного АКШ, требуют дальнейшего изучения, поскольку до сих пор существуют противоречия между оценкой риска и клинической эффективностью этих операций.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бузиашвили Ю.И., Ключников И.В., Мелконян А.М. и др. Ишемическое ремоделирование левого желудочка (определение, патогенез, диагностика, медикаментозная и хирургическая коррекция) // Кардиология. — 2002. — №10. — С.88–94. [Buziashvili Jul, Kljuchnikov IV, Melkonyan AM, et al. Ischemic left ventricular remodeling (definition, pathogenesis, diagnosis, medical and surgical correction). *Kardiologiya*. 2002; 10: 88–94. (In Russ).]
2. Петровский Б.В. Константинов Б.А. Хирургическое лечение осложненного инфаркта миокарда // Кардиология. — 1979. — № 8. — С. 18–23. [Petrovskij BV, Konstantinov BA. Surgical treatment of complications of myocardial infarction. *Kardiologiya*. 1979; 8: 18–23. (In Russ).]
3. Чернявский А.М., Марченко А.В., Караськов А.М. Хирургическое лечение ишемической болезни сердца, осложненной сердечной недостаточностью. — Новосибирск: Гео, 2010. [Chernjavskij AM, Marchenko AV, Karas'kov AM. Surgical treatment of ischemic heart disease complicated by heart failure. *Novosibirsk: Geo*; 2010. (In Russ).]
4. Carpentier AF, Lessana A, Relland JYM, et al. The «Physio-Ring»: an advanced concept in mitral valve annuloplasty. *Ann. Thorac. Surg.* 1995; 60: 1177–86. doi: 10.1016/0003-4975(95)00753-8.

5. Gillinov AM, Cosgrove DM 3rd. Current status of mitral valve repair. *Am Heart Hosp J*. 2003 Winter; 1(1): 47–54. doi: 10.1111/j.1541-9215.20-03.02082.x.
6. Дземешкевич С.Л., Стивенсон Л.У. Дисфункция миокарда и сердечная хирургия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 320 с. [Dzemeshkevich SL, Stevenson LU. Myocardial dysfunction and cardiac surgery. M: GEOTAR-Media; 2009. 320p. (In Russ).]
7. Жбанов И.В., Молочков А.В., Шабалкин Б.В. Реконструктивная хирургия осложненных форм ишемической болезни сердца. Москва: Практика, 2013. [Zhbanov IV, Molochkov AV, Shabalkin BV. Reconstructive surgery of complicated forms of coronary heart disease. Moscow: Praktika; 2013. (In Russ).]
8. Скопин И.И., Мироненко В.А., Милованкин Д.А. и др. Протезирование хорд передней створки митрального клапана при постинфарктном отрыве головки папиллярной мышцы в сочетании с аортокоронарным шунтированием // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 2001. — № 5. — С.72–73. [Skopin II, Mironenko VA, Milovankin DA, et al. Prosthetics of the chordae of the anterior cusp of the mitral valve in postinfarction tearing of the papillary muscle head in combination with coronary artery bypass grafting. *Grudnaja i serdechno-sosudistaja hirurgija*. 2001; 5: 72–73. (In Russ).]
9. Calafiore AM, Di Mauro M, Gallina S, et al. Mitral valve repair in ischemic mitral regurgitation. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77: 1989–1997. doi: 10.1177/0003319708321073.
10. Grigioni F, Detaint D, Avierinos JF, et al. Contribution of ischemic mitral regurgitation to congestive heart failure after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2005 Jan 18; 45(2): 260–7. doi: 10.1016/j.jacc.2004.10.030.
11. Hickey MS, Smith LR, Muhlbaier LH, et al. Current prognosis of ischemic mitral regurgitation. Implications for future management. *Circulation*. 1988; 78(3 Pt 2): 151–59. PMID: 2970346.
12. Tchong JE, Jackman JD Jr, Nelson CL, et al. Outcome of patients sustaining acute ischemic mitral regurgitation during myocardial infarction. *Ann Intern Med*. 1992 Jul 1; 117(1): 18–24. doi: 10.7326/0003-4819-117-1-18.
13. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, ESC Scientific Document Group. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017 Sep 21; 38(36): 2739–2791. doi: 10.1093/eurheartj/ehx391.
14. Calafiore AM, Di Mauro M, Gallina S, et al. Optimal length of pericardial strip for posterior mitral overreductive annuloplasty. *Ann. Thorac. Surg.* 2003; 75: 1982–1984. doi: 10.1016/S0003-4975(02)04685-4.
15. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, et al. Ischemic mitral regurgitation. *Circulation*. 2001; 103(13): 1759–1764. doi: 10.1161/01.CIR.103.13.1759.
16. Белокрылова О.М. Дисфункция папиллярных мышц митрального клапана при хронических формах ишемической болезни сердца: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Москва; 1986. [Belokrylova O.M. Dysfunction of the papillary muscles of the mitral valve in chronic forms of ischemic heart disease. [Avtoreferat dissertation] Moscow; 1986. (In Russ).]
17. Дземешкевич С.Л., Стивенсон Л.У. Болезни митрального клапана. Функция, диагностика, лечение — М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. [Dzemeshkevich SL, Stevenson LU. Mitral valve disease. Function, diagnosis, treatment. M.: GEOTAR Medicine, 2000 (In Russ).]
18. Piérard LA, Carabello BA. Ischaemic mitral regurgitation: pathophysiology, outcomes and the conundrum of treatment. *Eur Heart J*. 2010 Dec; 31(24): 2996–3005. doi: 10.1093/eurheartj/ehq411.
19. Yiu SF, Enriquez-Sarano M, Tribouilloy C, Seward JB, Tajik AJ. Determinants of the degree of functional mitral regurgitation in patients with systolic left ventricular dysfunction: A quantitative clinical study. *Circulation*. 2000 Sep 19; 102(12): 1400–6. doi: 10.1161/01.cir.102.12.1400.
20. Земцовский Э.В., Гордеев М.Л., Малев Э.Г. Клапанные пороки сердца. В книге: Кардиология. Национальное руководство. — Москва, 2015. — С. 582–604. [Zemcovskij JeV, Gordeev ML, Malev JeG. Valvular heart disease. In: *Cardiology. National guidelines*. Moscow; 2015. p. 582–604. (In Russ).]
21. Chehab O, Roberts-Thomson R, Ng Yin Ling C, et al. Secondary mitral regurgitation: pathophysiology, proportionality and prognosis. *Heart*. 2020; 106(10): 716–723. doi: 10.1136/heartjnl2019-316238.
22. Mann DL, Zipes PD, Libby P, Bonow R. Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. *BMJ Medical Journal*. 2015; 5.
23. Aklog L, Filsoufi F, Flores KQ, et al. Does coronary artery bypass grafting alone correct moderate ischemic mitral regurgitation? *Circulation*. 2001 Sep 18; 104(12 Suppl 1): 168–75. doi: 10.1161/hc37t1.094706.
24. Bax JJ, Braun J, Somer ST, et al. Restrictive annuloplasty and coronary revascularization in ischemic mitral regurgitation results in reverse left ventricular remodeling. *Circulation*. 2004 Sep 14; 110(11 Suppl 1): 11103–8. doi: 10.1161/01.CIR.0000138196.06772.4e.
25. Hung J, Papakostas L, Tahta SA, et al. Mechanism of recurrent ischemic mitral regurgitation after annuloplasty: continued LV remodeling as a moving target. *Circulation*. 2004 Sep 14; 110(11 Suppl 1): 1185–90. doi: 10.1161/01.CIR.0000138192.65015.45.
26. McGee EC, Gillinov AM, Blackstone EH, et al. Recurrent mitral regurgitation after annuloplasty for functional ischemic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004 Dec; 128(6): 916–24. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.07.037.
27. Carpentier A. Cardiac valve surgery — the «French correction». *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983 Sep; 86(3): 323–37.
28. Корней С.М., Мершин К.В., Лепилин П.М., и др. Умеренная дисфункция митрального клапана — определение объема вмешательства и отдаленная выживаемость // Анналы хирургии. — 2011. — № 3. — С. 22–29. [Kornej SM, Mershin KV, Lepilin PM, et al. Moderate mitral dysfunction — determination of the scope of intervention and long-term survival. *Annaly hirurgii*. 2011; 3: 22–29. (In Russ).]
29. Huczek Z, Rymuza B, Scislo P, et al. Transcatheter mitral valve-in-valve implantation using a transseptal approach. *Postepy Kardiologii Interwencyjnej*. 2019; 15(1): 107–109. doi: 10.5114/aic.2019.83775.
30. Daimon M, Saracino G, Gillinov AM, et al. Local dysfunction and asymmetrical deformation of mitral annular geometry in ischemic mitral regurgitation: a novel computerized 3D echocardiographic analysis. *Echocardiography*. 2008 Apr; 25(4): 414–23. doi: 10.1111/j.1540-8175.2007.00600.x.
31. Isnard R, Acar C. The mitral annulus area: a useful tool for the surgeon. *J Heart Valve Dis*. 2008; 17(3): 243–250. Erratum in: *J Heart Valve Dis*. 2008; 17(4):475.
32. Agricola E, Oppizzi M, Pisani M, et al. Ischemic mitral regurgitation: mechanisms and echocardiographic classification. *Eur J Echocardiogr*. 2008 Mar; 9(2): 207–21. doi: 10.1016/j.euje.2007.03.034.
33. Минцер О. П., Кнышов Г. В., Цыганин А. А. Кибернетика в сердечной хирургии //Киев.: Вища школа, 1984. [Mincer OP, Knyshev GV, Cyganij AA. Cybernetics in cardiac surgery. Kiev: High school; 1984 (In Russ).]
34. Lancellotti P, Moura L, Pierard LA, et al. 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: 307–32. doi: 10.1093/ejehocardj/eqj031.
35. Williams ML, Sulzer CF, Glower DD, et al. Assessment of the mitral valve in ischemic heart disease. In: Savage RM, Aronson S, Shernan SK, editors. *Comprehensive Textbook of Perioperative Transesophageal Echocardiography*. 2nd ed. Ch. 28. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2011. pp. 462–473.
36. Cimino S, Guarracino F, Valenti V, et al. Echocardiography and Correction of Mitral Regurgitation: An Unbreakable Link. *Cardiology*. 2020; 145(2): 110–120. doi: 10.1159/000504248.
37. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 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 Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017 Jul 11; 70(2): 252–289. doi: 10.1016/j.jacc.2017.03.011.
38. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, et al. American Society of Echocardiography: recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography: A report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and The Task Force on Valvular Regurgitation, developed in conjunction with the American College of Cardiology Echocardiography Committee, The Cardiac Imaging Committee, Council on Clinical Cardiology, The American Heart Association, and the European Society of Cardiology Working Group on Echocardiography, represented by: *European Journal of Echocardiography*. 2003 December; 4(4): 237–261. doi: 10.1016/j.euje.2003.07.001.
39. Бокерия Л.А., Скопин И.И., Мироненко В.А. Хирургическое лечение ишемической митральной недостаточности. М.: Изд-во НЦССХ, 2003. [Bockeria LA, Scopin II, Mironenko VA. Surgical treatment of ischemic mitral regurgitation. M.: Izd-vo NCSSH; 2003. (In Russ).]
40. Torrent-Guasp F, Kocica MJ, Corno A, et al. Systolic ventricular filling. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2004 Mar; 25(3): 376–86. doi: 10.1016/j.ejcts.2003.12.020.

41. Badiwala MV, Verma S, Rao V. Surgical management of ischemic mitral regurgitation. *Circulation*. 2009; 120: 1287–93. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.836627.
42. Acker MA, Parides MK, Perrault LP, et al; CTSN. Mitral-valve repair versus replacement for severe ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med*. 2014 Jan 2; 370(1): 23–32. doi: 10.1056/NEJMoa1312808.
43. Braun J, van de Veire NR, Klautz RJ, et al. Restrictive mitral annuloplasty cures ischemic mitral regurgitation and heart failure. *Ann Thorac Surg*. 2008 Feb; 85(2): 430–6; discussion 436–7. doi: 10.1016/j.athoracsur.2007.08.040.
44. Gillinov AM, Wierup PN, Blackstone EH, et al. Is repair preferable to replacement for ischemic mitral regurgitation? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001 Dec; 122(6): 1125–41. doi: 10.1067/mtc.2001.116557.
45. Grossi EA, Goldberg JD, LaPietra A, et al. Ischemic mitral valve reconstruction and replacement: comparison of long-term survival and complications. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001 Dec; 122(6): 1107–24. doi: 10.1067/mtc.2001.116945.
46. Jones RH. Adding mitral valve annuloplasty to surgical revascularization does not benefit patients with functional ischemic mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2007 Jun 5; 49(22): 2202–3. doi: 10.1016/j.jacc.2007.03.018.
47. Nicolini F, Maestri F, Agostinelli A, et al. Surgical treatment for functional mitral regurgitation secondary to dilated cardiomyopathy: Current options and future trends. *World J Cardiovasc Dis*. 2013; 3: 100–7. doi: 10.4236/wjcd.2013.31A016.
48. Virk SA, Srivindrarajah A, Dunn D, et al. A meta-analysis of mitral valve repair versus replacement for ischemic mitral regurgitation. *Ann Cardiothorac Surg*. 2015 Sep; 4(5): 400–10. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2015.09.06.
49. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, et al. Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation*. 2001 Apr 3; 103(13): 1759–64. doi: 10.1161/01.cir.103.13.1759.
50. Kang DH, Kim MJ, Kang SJ, et al. Mitral valve repair versus revascularization alone in the treatment of ischemic mitral regurgitation. *Circulation*. 2006; 114: 499–503. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.000398.
51. Rydén T, Bech-Hanssen O, Brandrup-Wognsen G, et al. The importance of grade 2 ischemic mitral regurgitation in coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001 Aug; 20(2): 276–81. doi: 10.1016/s1010-7940(01)00770-9.
52. Fattouch K, Guccione F, Sampognaro R, et al. 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 Aug; 138(2): 278–85. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.11.010.
53. Chan KM, Punjabi PP, Flather M, et al; 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 Nov 20; 126(21): 2502–10. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.143818.
54. Bolling SF, Deeb GM, Bach DS. Mitral valve reconstruction in elderly, ischemic patients. *Chest*. 1996 Jan; 109(1): 35–40. doi: 10.1378/chest.109.1.35.
55. Сапельников О.В., Латыпов Р.С., Акчурин Р.С. Современный подход к лечению ишемической митральной недостаточности // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2015. — №3. [Sapel'nikov OV, Latypov RS, Akchurin RS. Current approach to treatment of ischemic mitral regurgitation. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2015; 3 (In Russ).] doi: 10.17116/kardio20158364-69.
56. Vassileva CM, Boley T, Markwell S, et al. Meta-analysis of short-term and long-term survival following repair versus replacement for ischemic mitral regurgitation. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011 Mar; 39(3): 295–303. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.06.034.
57. Milano CA, Daneshmand MA, Rankin JS, et al. Survival prognosis and surgical management of ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg*. 2008 Sep; 86(3): 735–44. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.05.017.
58. Smith PK, Puskas JD, Ascheim DD, et al; Cardiothoracic Surgical Trials Network Investigators. Surgical treatment of moderate ischemic mitral regurgitation. *N Engl J Med*. 2014 Dec 4; 371(23): 2178–88. doi: 10.1056/NEJMoa1410490.
59. Michler RE, Smith PK, Parides MK, et al; CTSN. Two-Year Outcomes of Surgical Treatment of Moderate Ischemic Mitral Regurgitation. *N Engl J Med*. 2016 May 19; 374(20): 1932–41. doi: 10.1056/NEJMoa1602003.
60. LaPar DJ, Kron IL. Should all ischemic mitral regurgitation be repaired? When should we replace? *Curr Opin Cardiol*. 2011 Mar; 26(2): 113–7. doi: 10.1097/HCO.0b013e3283439888.