

# Эхокардиографическая оценка механических протезов в митральной позиции на амбулаторном этапе

**О. Н. Джигоева**, к.м.н., врач функциональной диагностики, врач-кардиолог, ассистент<sup>1</sup>

**Д. О. Орлов**, врач-кардиолог отделения реанимации для кардиологических больных<sup>2</sup>

**М. А. Болотнов**, зав. отделением ФД<sup>2</sup>

**И. Г. Никитин**, д.м.н., проф., зав. кафедрой<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кафедра госпитальной терапии № 2 лечебного факультета «РНИМУ им. Пирогова», г. Москва

<sup>2</sup>Городская клиническая больница № 24, г. Москва.

## Mitral valve prosthesis in ambulatory clinical practice

O. N. Dzhiyeva, D. O. Orlov, M. A. Bolotnov, I. G. Nikitin

### Резюме

При гемодинамически значимых пороках сердца клапанное протезирование в настоящее время сохраняет лидирующие позиции среди всех оперативных вмешательств. Несмотря на то, что с момента первой успешной замены пораженного нативного клапана искусственным прошло более 50 лет, до сих пор не существует идеального искусственного клапана. Проблемы возникающие у больных в отдаленные сроки после операции протезирования клапанов являются важнейшими и, к сожалению, не решенными проблемами современной кардиологии.

**Ключевые слова:** клапанные протезы, митральное протезирование, эхокардиография в оценке искусственных клапанов сердца.

### Summary

In hemodynamically significant heart valve defects protezirovanie currently maintains a leading position among all surgical interventions. Despite the fact that since the first successful replacement of the native diseased valve artificial passed more than 50 years, there is still not ideal prosthetic valve. Problems arising in patients late after valve replacement surgery are the most important and, unfortunately, unresolved problems of modern cardiology.

**Key words:** valve prostheses, mitral prosthesis, echocardiography in the evaluation of artificial heart valves.

Проблема клапанных пороков сердца продолжает оставаться актуальной проблемой в клинике внутренних болезней. По данным американской ассоциации сердца, среди населения США около 2,5 % имеет клапанные пороки сердца [1]. Статистическая обработка данных по распространенности клапанных поражений сердца в РФ не проводилась. К сожалению, в нашей стране, нередко клапанное заболевание сердца диагностируется на той стадии заболевания, когда необходимо хирургическое вмешательство по замене пораженного нативного клапана искусственным. В России до последнего времени в структуре операций на клапанах сердца лидировало замещение пораженного клапана искусственным протезом. Пластическая реконструкция клапанов используется реже, чем протезирование. Кардиохирурги объясняют данный факт невозможностью применения пластики створок клапанов у большинства пациентов вследствие грубых морфологических изменений створок клапана и подклапанных структур [1–3].

История протезирования искусственных клапанов сердца берет свое начало в 1958 г, когда С. W. Lilehei осуществил успешное протезирование лепестковым механическим клапаном у пациентки с выраженной аортальной недостаточностью. 1960 году Старт успешно имплантировал шариковый клапан (cage-ball valve) Старт-Эдвардс (Starr-Edwards) пациенту с ревматическим поражением митрального клапана [1, 2, 4]. Первая совет-

ская (русская) модель шарового протеза называлась МКЧ-01 (МКЧ- митральный клапан человека) и была внедрена в клиническую практику с 1963 г. С 1968 г. был начат выпуск отечественного протеза для аортальной позиции — АКЧ [2]. Несмотря на современные возможности хирургической и анестезиологической техники, которые позволили снизить операционную и раннюю послеоперационную летальность при протезировании митрального клапана с 25 % исходно до 3,5–5,0 % в настоящее время, отдаленные результаты протезирования митрального клапана, по мнению большинства авторов, во многих случаях остаются неудовлетворительными. При этом основными причинами ухудшения клинической эффективности операции протезирования митрального клапана в отдаленные сроки является прогрессирование сердечной недостаточности. Несмотря на то, что с момента первой успешной замены пораженного нативного клапана искусственным прошло более 50 лет, до сих пор не существует идеального искусственного клапана [4,6]. Важно понимать, что пациент, которому выполнена имплантация искусственного клапана, продолжает оставаться кардиологическим пациентом и нуждается в динамическом наблюдении. Каждый из существующих в настоящее время искусственных клапанов имеет риск дисфункции, которая приводит к декомпенсации сердечной недостаточности и гибели пациента.

Пациенты с механическими протезами клапанов должны состоять на динамическом учете у кардиолога. Амбулаторный этап диагностики и наблюдения является очень важным, поскольку именно амбулаторное наблюдение позволяет оценить отсроченный эффект хирургической коррекции и, при необходимости, последующих действий в лечебных учреждениях второго и третьего уровня. Согласно клиническим рекомендациям по ведению пациентов с клапанными болезнями сердца, в течение 12 недель от момента замены клапана пациент должен наблюдаться у специалиста с целью контроля витальных функций и инструментально-лабораторных методов исследования: ЭКГ, ЭХО-КГ, рентгенологическое исследование органов грудной клетки, параметры коагулограммы [9]. В случае осложнений течения раннего послеоперационного периода и/или появлении любых кардиальных жалоб в течении 3 месяцев от момента операции, принимается решение о целесообразности других методов дополнительного исследования: трансэзофагеальной эхокардиографии, КТ, МРТ и других. В случае неосложненного послеоперационного периода в последующем при отсутствии жалоб и симптомов нарушения кардиальной функции, достаточно однократного ежегодного обследования, включающего ЭКГ, рентгенологическое исследование легких, трансторакальную Эхо-КГ [4, 5, 6]. Появление у пациентов симптомов нарушений ритма, снижения толерантности к физической нагрузке, одышки, стойкая тахикардия, потеря веса, отеков — все эти симптомы являются значимыми, требующими немедленного дообследования, в частности, на предмет возможной дисфункции протеза клапана. На амбулаторном этапе, к сожалению, в большинстве клиник пациенту может быть выполнено 2D трансторакальное исследование, но даже результаты такого вида эхокардиографии позволяют предположить патологические изменения и рекомендовать уточняющие методы кардиальной визуализации. Проблемы возникающие у больных в отдаленные сроки после операции протезирования клапанов являются важнейшими и, к сожалению, не решенными проблемами современной кардиологии.

Протезы клапанов классифицируются на механические и биологические. В настоящее время существует 4 типа механических протезов клапанов: шарик в каркасе, диск в каркасе, однолепестковый поворотный диск, двустворчатый. Шаровый протез — первый искусственный клапан — основная модель механических клапанов, которую применяли в 60–70 годы прошлого столетия. Шаровый протез состоит из корпуса с седлом, с фиксированным к ним пришивной манжетой и ограничителем хода (стопы), и запирающего элемента (окклюдера), который имеет форму шара. Работа протеза представляет собой циклическое изменение давления в камерах сердца за счет поступательного движения запирающего элемента. Так как центральную часть проходного отверстия занимает окклюдер, ток крови через клапан носит эксцентрический характер с выраженными турбулентными струями и высоким транспротезным градиентом давления. За счет больших размеров, шаровый клапан, особенно

при имплантации в митральную позицию, занимал значительную часть полости левого желудочка, что приводило к нарушениям внутрисердечной гемодинамики. Помимо этого, в связи с механическими особенностями клапана, форменные элементы крови подвергались травматизации, что приводило к развитию гемолитической анемии. Это способствовало разработке следующего типа механического протеза с более низким профилем путем замены формы запирающего элемента на линзу, диск, или конус. Эти протезы не получили широкого распространения и очень быстро исчезли из практической медицины. В зарубежной литературе описано немало случаев фрагментации окклюдера, его заклинивания и даже выскальзывания из каркаса. Просуществовав на рынке относительно недолго, эта группа искусственных клапанов сердца уступила место следующему поколению — однолепестковым поворотно-дисковым протезам. Основным техническим критерием работы дисковых механических клапанов является наличие запирающего элемента в форме диска, совершающего поворот относительно плоскости корпуса протеза с углом открытия 60–70°. Наиболее часто в современной кардиохирургии используются двухстворчатые механические протезы. Различные конструкции отличаются химическим составом сплава, формой, углом открытия листков, дизайном разворотов, размером и формой корпуса и формой пришивного кольца. Впервые двухстворчатый механический протез был выведен на рынок компанией St. Jude Medical в 1977 г. Он состоял из корпуса и двух полукруглых створок, фиксированных к нему шарниром с внутренней стороны. Механизм прикрепления обладал смещенной центральной осью вращения, за счет чего при открытии клапана площадь центрального проходного отверстия была меньше площади периферических. Створки двухстворчатых протезов были изготовлены из пиролитического углерода, корпус также из пиролитического углерода или титана, пришивная манжета была выполнена из полиэфирного волокна. Последующие модели двухстворчатых механических клапанов подверглись лишь незначительным модификациям, позволяющим совершать вращение корпуса, варьировать конструкцию пришивной манжеты (St. Jude Medical Masters) либо расположение манжеты по отношению к фиброзному кольцу (линейка протезов серии Carbomedics — Optiform, Orbis, Reduced Series, Top Hat, Pediatric/Small Adults Mitral Valve и др., а также Sorin Bicarbon — Fitline, Slimline). Первым отечественным двухстворчатым протезом был клапан Карбоникс-1, вышедший в серийное производство в 1990 г. Особенности этого протеза являются выпукло-вогнутая форма створок, большой угол открытия (85°), возможность вращения створок относительно центральной оси протеза. Позднее на основе клапана «Карбоникс-1» был разработан и с 1995 г. стал широко применяться в отечественной кардиохирургической практике двухстворчатый протез «МЕДИНЖ». В 1998 г. он был модернизирован, и эта модель получила название «Мединж-2». По данным компании МедИнж, к настоящему времени в России и за рубежом имплантировано более 60000 протезов «МЕДИНЖ-2» [1,2].

**Таблица 1**  
**Типы механических искусственных клапанов**

| Клапан          | Описание                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Шарик в каркасе | Круглое шовное кольцо с двумя U-образными арками, содержащими внутри силиконовый шарик (Браунвальд-Каттер, Харкен, Страрр-Эдвардс)                                                                                                          |
| Диск в каркасе  | Круглое шовное кольцо с коротким каркасом, содержащим легкий силиконовый диск, который запирает клапан по центру (Бил, Кэй-Шили, Кэй-Сузуки, Страрр-Эдвардс 6520)                                                                           |
| Поворотный диск | Одиночный поворотный диск, эксцентрично подвешенный на шарнирах в круглом кольце, образующий при открытии клапана два отверстия (Бьорк-Шили, Лиллехей-Кастер, Медтроник Холл, Омникарбон, Омнисайенс, Сорин Карбон монолифлет, Вада-Каттер) |
| Двухстворчатый  | Две полукруглые створки, подвешенные на круглом кольце, открывающиеся почти перпендикулярно с образованием трех отверстий (АТС, Карбомедикс, Дуромедикс, Эдвардс MIRA, ON-X, Джайрос, Сент-Джуд Медикал, Сорин Олкарбон, Сорин Бикарбон).   |

Механические протезы клапанов характеризуются более длительным сроком службы, по сравнению с биологическими протезами, но являются тромбогенными и обуславливают необходимость системной антикоагуляции. Как правило, механические протезы по этой причине рекомендуют имплантировать у пациентов моложе 60 лет, у которых биопротезы клапанов с большей вероятностью могут подвергнуться структурной дегенерации. Доказано, что совокупный риск нелетальных неблагоприятных событий выше для пациентов с биопротезами за счёт дисфункций, обусловленных протезным эндокардитом и первичной тканевой недостаточностью, которые приводят к необходимости выполнения повторного хирургического вмешательства. Механические протезы также предпочтительнее для имплантации у пациентов, которые требуют антикоагулянтной терапии по другим причинам. У пациентов возрастной группы старше 70 лет предпочтительным является протезирование биологическими протезами. В группе пациентов 60–70 лет решение о выборе типа протеза клапана принимается на основании сопутствующих факторов риска и хронических заболеваний.

Сегодня в общемировой практике принято использовать рекомендации АНА/АСА и рекомендации ESC по ведению пациентов с приобретенными пороками сердца, согласно которым выбор типа имплантируемого протеза определяется следующими клиническими ситуациями.

#### **Рекомендации АНА/АСА 2006 г. (модификация 2008 г)**

**Класс I.** Биопротез показан для замены митрального клапана пациентам, которые не будут принимать варфарин, которые не имеют возможности принимать варфарин или которые имеют строгие противопоказания для терапии варфарином.

#### **Класс IIa:**

1. Механический протез целесообразен для замены митрального клапана пациентам моложе 65 лет, имеющим длительную фибрилляцию предсердий (уровень доказательности C).
2. Применение биопротеза показано пациентам 65 лет и старше (уровень доказательности C).
3. Обосновано применение биопротеза для замены митрального клапана у пациента в возрасте до 65 лет, имеющего синусовый ритм, который выбирает биологический протез исходя из дальнейшего качества жизни, после обсуждения всех возможных рисков и возможной операции репротезирования в будущем (уровень доказательности C).

Современные рекомендации ESC имеют много общего с рекомендациями АНА/АСА [9]. Так, имплантация механического протеза показана:

1. По желанию пациента, который информирован обо всех потенциальных негативных последствиях и не имеет противопоказаний для антикоагулянтной терапии (класс IC).
2. Пациентам, имеющим повышенный риск наступления структурной дисфункции биологического протеза (молодой возраст, гиперпаратиреоз) (класс IC).
3. Пациентам, уже получающим антикоагулянтную терапию в связи с наличием механического протеза в другой позиции (класс IC) или в связи с высоким риском тромбозов (класс IIaC).
4. Пациентам моложе 60 лет в аортальную позицию и пациентам моложе 65 лет в митральную позицию (класс IIaC).
5. Пациентам с ожидаемой длительной продолжительностью жизни после оперативного лечения по поводу замены клапана (класс IIaC). У пациентов в возрастной категории 60–65 лет для аортальных протезов и 65–70 лет для митральных протезов выбор оптимального типа протеза принимается кардиологической командой с учетом сопутствующих факторов риска.

Имплантация биологического клапана показана:

1. Если пациент имеет такое желание, но при этом он информирован о всех возможных последствиях (класс IC).
2. При недоступности качественной антикоагуляции (наличии высокого риска АКТ, нежелании применять АКТ, невозможности соблюдения режима АКТ, например, из-за профессии) (класс IC).
3. При реоперации по поводу тромбоза механического протеза при наличии достоверного подтверждения низкого уровня контроля АКТ у данного пациента (класс IC).
4. Пациентам, имеющим низкий риск летального исхода при реоперации (класс IIaC).
5. Ограниченный срок ожидаемой продолжительности жизни, тяжелые сопутствующие заболевания, возраст 65–70 лет и старше (класс IIaC).



6. Молодым женщинам, планирующим беременность (ПвС). Акцент сделан на необходимости полноценного информирования пациента о возможных последствиях выбора, учтены некоторые социальные факторы: профессия, удаленность от специализированной медицинской помощи или невозможность контроля антикоагулянтной терапии.

Основным методом исследования функции как нативного, так и искусственного клапана, является эхокардиография [5,7,8]. Ультразвук не проникает через полимерные компоненты искусственных клапанов. Допплеровский режим используется для определения транспротезного градиента давления на двухстворчатом и поворотном дисковом протезах, в то же время на механических протезах с дисковым и шаровидным окклюдером уравнение Бернулли не репрезентативно для расчета транспротезного градиента давления по причине изменения направления кровотока за счет движения окклюдера. Многоплановая трансозофагеальная эхокардиография считается методом выбора в определении структуры и функции механического протеза. Транспищеводная 2D эхокардиография позволяет оценить наличие на искусственном клапане вегетаций, кальциноза, паннуса и тромбов. Именно такое исследование должно проводиться всем пациентам с подозрением на дисфункцию механического протезированного клапана.

При трансторакальной эхокардиографии наиболее оптимальным для оценки функции механического протеза является двухмерное исследование, которое позволяет рассмотреть протез и окружающие его структуры. Двухмерное исследование позволяет оценить соотношение размеров протеза и камер сердца. Протез в митральной позиции не должен заметно уменьшать полость левого желудочка. Подвижность запирающих элементов не должна быть ограничена. У пациентов с имплантированным биопротезом створки должны быть тонкими, подвижными и не должны пролабировать. В течение многих лет при протезировании митрального клапана производилась резекция папиллярных мышц, поэтому нередко при исследовании пациентов с протезом в митральной позиции обнаруживается только одна папиллярная мышца или полное их отсутствие. Обязательной составляющей трансторакальной эхокардиографии является импульсное и постоянно-волновое доплеровские исследования, которые дают ценную информацию о скоростях кровотока через клапан и наличии или отсутствии клапанной регургитации. Допплеровское исследование показано всем пациентам с протезированными сердечными клапанами, и оно должно быть проведено как можно раньше после имплантации клапана. В настоящее время в кардиохирургических клиниках измерение скоростей кровотока через протезированные клапаны проводят интраоперационно. Постоянно-волновое доплеровское исследование необходимо для измерения скоростей кровотока через протезированные клапаны, поскольку эти скорости всегда выше, чем через неизмененный естественный клапан. Нормы скоростей кровотока отличаются для



Рисунок 1 Типы механических искусственных клапанов: шаровой протез, дисковый протез, двухстворчатый протез, трехстворчатый протез.



Рисунок 2. Биологические искусственные клапаны сердца.



Рисунок 3. Неинтенсивная парапротезная регургитация, выявленная при трансозофагеальной эхокардиографии.

протезов разных типов, неодинаковы они и для разных размеров протезов одного и того же типа: чем меньше размер протеза, тем выше скорости кровотока через него. Следует отметить, что в отдельных случаях нормально функционирующих протезированных клапанов трансклапанные градиенты существенно превосходят средние значения для данной модели и размера. Поэтому всегда нужно сопоставлять результаты измерений с данными предыдущих исследований пациента. Протезированные клапаны всегда сопровождаются незначительной регургитацией, которая может быть обнаружена при помещении доплеровского контрольного объема непосредственно под клапан. Следует иметь в виду, что акустическая тень от металлических частей клапана препятствует проведению доплеровского исследования точно так же, как она препятствует оптимальной визуализации клапана. Поэтому судить о степени тяжести клапанной недоста-

точности при протезированных клапанах сердца (особенно — в митральной позиции) при трансторакальном исследовании следует всегда с большой осторожностью. При подозрении на дисфункцию протеза показано проведение трансэзофагеальной эхокардиографии, поскольку именно этот метод является золотым стандартом при выявлении дисфункции протезированного клапана [5].

Алгоритм оценки состояния структуры и параметров внутрисердечной гемодинамики у пациентов с искусственными клапанами состоит в следующем:

1. Определить тип искусственного клапана
2. Выявление и оценка степени и интенсивности транспротезной и парапротезной регургитации
3. Выявление отхождения кольца протеза от кольца клапана
4. Выявление вегетаций, обусловленных эндокардитом
5. Выявление тромбоза или формирования паннуса на клапане
6. Выявление стеноза клапанного отверстия
7. Оценка на предмет наличия дегенеративных изменений и кальциноза
8. Обязательной является оценка размеров левых и правых камер сердца, систолической функции левого желудочка, состояние клапанного аппарата и легочной гипертензии.

Цветное доплеровское исследование позволяет отличить нормальные струи регургитации при захлопывании элементов протеза от патологических транспротезных и парапротезных струй регургитации (рис 3). Количественное определение скорости кровотока позволяет оценить транспротезный градиент давления и эффективную площадь отверстия искусственного клапана.

Двухстворчатые механические протезы являются в настоящее время наиболее часто встречающимися. Преимущество этих искусственных клапанов заключается в длительном сроке службы и большей площади отверстия клапана по отношению к диаметру его шовного кольца. При открытых створках внутри кольца клапана образуются три отдельных отверстия. При эхокардиографическом исследовании первоочередной задачей является подтверждение адекватной подвижности-открытия и закрытия-обеих створок. Движение створок должно быть симметричным. Далее следует оценить наличие патологической парапротезной регургитации, которая определяется как патологические струи кровотока вне шовного кольца или вне кольца протеза. Причиной развития этой патологии является неполная фиксация шовного кольца протеза клапана к нативному фиброзному кольцу. Наиболее частой причиной ранних послеоперационных осложнений подобного типа является кальциноз. В отдаленном периоде основной причиной отхождения клапана от фиброзного кольца является инфекционный эндокардит. При цветном доплеровском исследовании лоцируется нормальный антеградный кровоток через кольцо клапана при открытых створках и небольшие струи транспротезной регургитации при закрытых створках. Для подобного типа протезов небольшая неинтенсивная транспротезная

реургитация является вариантом нормы. Небольшая струя регургитации в области шарнирных сочленений является своеобразной защитой от тромбообразования внутри шарнирного механизма. Патологическая транспротезная регургитация отличается от физиологической по объему, локализации, направленности, интенсивности и длительности. Количественные гемодинамические характеристики отличаются у различных механических протезов. Наиболее рациональным в клинической практике является подход, при котором измеряются фактические показатели пиковой и средней скорости транспротезного потока и сравниваются с известными значениями, характерными для данной модели и размера механического протеза. Таким образом, для оценки гемодинамических критериев состоятельности механического протеза, необходимо оценить следующие показатели: максимальный транспротезный градиент, средний транспротезный градиент, пиковая транспротезная скорость, время полуспада градиента давления, эффективная площадь отверстия. Напоминаем, что речь идет о современных двулепестковых и поворотно-дисковых механических митральных протезах. Для шаровидных протезов эти расчетные параметры не являются валидными.

## Заключение

Функциональные параметры клапанных протезов являются неотъемлемой частью рутинной кардиологической практики, а эхокардиография — основным методом диагностики дисфункции как нативных, так и протезированных клапанов сердца. Несмотря на современные возможности и технологические достижения в эхокардиографии, рутинное 2D исследование остается ведущим инициирующим методом диагностики дисфункции протеза клапана.

## Список литературы

1. Бокерия Л. А., Скопин И. И., Караматов А. Ш., и др. Первый опыт протезирования клапанов сердца отечественными 2-створчатыми протезами МЕДИНЖ-2 // Сб. науч. трудов VIII Всероссийского съезда сердечно-сосудистых хирургов. Москва, 2002. — С. 40.
2. Бураковский В. И., Бокерия Л. А. Опыт хирургического лечения болезней сердца и сосудов в 1989 году // Сердечно-сосудистая хирургия: Руководство. — М., 1989. — С. 384–424.
3. Евдокимов С. В., Филиппов А. Н., Гончаров Э. В. и др. Эволюция протеза клапана сердца «МедИнж» // Протезы клапанов сердца «МедИнж» в хирургии клапанных пороков сердца (сб. трудов). Москва, 2004. — С. 134–144.
4. Кайдаш А. Н. Протезирование митрального клапана дисковым протезом при кальцинозе, распространяющемся за пределы фиброзного кольца // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 1996. — № 4. — С. 25–30.
5. Шиллер П., М. А. Осипов. Клиническая эхокардиография. М.: Медицина, 2005, глава 13.
6. Chang B. C., Lim S. H., Kim D. K., et al. Long-term results with St. Jude Medical and CarboMedics prosthetic heart valves. // J. Heart. Valve. Dis. — 2001. — Vol. 10. — № 2. P. 185–194.
7. Edwards M. S., Russell G. B., Edwards A. F., Hammon Jr J. W., et al. Results of valve replacement with omniscience mechanical prostheses // Ann. Thorac. Surg. — 2002. Vol. 74 — № 3. — P. 665–670.
8. Isomura T., Hisatomi K., Hirano A. et al. The St. Jude medical prosthesis in mitral position // Eur. J. cardiothorac. surg. 1994. — Vol. 8(1). — P. 11–14.
9. 2014 AHA/ACC Guideline for management of patient with VHD. Circulation, 2014, 129, e521–e643.

