

Митральные аллографты в позиции трикуспидального клапана в современной хирургии приобретенных пороков сердца: систематический обзор

Для корреспонденции:

Михаил Сергеевич Латышев,
michlaty@gmail.com

Поступила в редакцию 9 марта 2023 г.
Исправлена 7 сентября 2023 г. Принята
к печати 11 сентября 2023 г.

Цитировать: Скопин И.И.,
Латышев М.С., Бритиков Д.В.
Митральные аллографты в позиции
трикуспидального клапана в современной
хирургии приобретенных пороков сердца:
систематический обзор. *Патология
кровообращения и кардиохирургия.*
2023;27(4):7-24. [https://dx.doi.
org/10.21688/1681-3472-2023-4-7-24](https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2023-4-7-24)

Финансирование

Исследование не имело
спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

ORCID

И.И. Скопин, [https://orcid.org/
0000-0001-7411-202X](https://orcid.org/0000-0001-7411-202X)

М.С. Латышев, [https://orcid.org/
0000-0003-1771-4264](https://orcid.org/0000-0003-1771-4264)

Д.В. Бритиков, [https://orcid.org/
0000-0002-6942-6611](https://orcid.org/0000-0002-6942-6611)

© Скопин И.И., Латышев М.С.,
Бритиков Д.В., 2023



И.И. Скопин, М.С. Латышев, Д.В. Бритиков

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

Аннотация

Актуальность. Одна из альтернатив биопротезированию при тяжелом рецидивирующем инфекционном поражении правых отделов сердца — имплантация митрального аллографта в трикуспидальную позицию. Преимуществами аллографта являются близкая к нативной конфигурация, адаптация к работе в условиях высокого системного давления, отсутствие инородных элементов, которые могут быть «входными воротами» для инфекции, антибактериальная обработка, отсутствие необходимости в пожизненной антикоагулянтной терапии.

Цель. Изучить возможность применения митрального аллографта в трикуспидальной позиции на основании анализа данных литературы и собственного опыта.

Методы. Поиск исследований осуществляли в базах данных Medline (PubMed), Google Scholar и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с использованием поисковых запросов, ключевых слов и логических операторов. Последнюю поисковую сессию провели 21 декабря 2022 г. При первичном отборе по поисковым запросам получили 4 446 результатов (Google Scholar — 3 080, Medline — 1 050, РИНЦ — 316). После анализа заголовков и аннотаций исключили 4 390 исследований, в которых отсутствовали необходимые данные, затем еще 25 работ в связи с дублированием. В итоговую группу вошло 31 исследование.

Результаты. По данным систематического анализа литературы проанализировали аспекты забора, подготовки, имплантации митрального аллографта в трикуспидальную позицию на современном этапе развития биотехнологий. Осветили основные осложнения, редкие клинические наблюдения, непосредственные и отдаленные послеоперационные результаты имплантаций.

Заключение. Имплантация митрального аллографта в трикуспидальную позицию целесообразна для пациентов с тяжелым инфекционным поражением правых отделов сердца. В связи с небольшим количеством имплантаций необходимы дальнейшие исследования.

Ключевые слова: гомографт; донорский клапан сердца; инфекционный эндокардит; митральный аллографт; трикуспидальный клапан

Введение

У пациентов, употребляющих наркотические вещества, часто развивается выраженное инфекционное поражение правых отделов сердца и всего клапанного комплекса трикуспидального клапана (ТК), для лечения которого помимо санации очага инфекции необходимо выполнять протезирование клапана. Обычно в позицию ТК имплантируют биологический протез, который по гемодинамическим показателям сопоставим с нативным клапаном и не требует пожизненной антикоагулянтной терапии. Однако при выраженном инфекционном процессе или продолжающемся приеме наркотических препаратов есть крайне высокий риск развития протезного эндокардита [1].

В такой ситуации вместо классического биопротезирования ТК может быть выполнена имплантация митрального аллогraftа (донорского клапана сердца) в позицию ТК. Преимуществами аллогraftа являются близкая к нативной конфигурация, адаптация к работе в условиях высокого системного давления, отсутствие инородных элементов, которые могут быть «входными воротами» для инфекции, антибактериальная обработка, отсутствие необходимости в пожизненной антикоагулянтной терапии. Более того, ряд исследователей полагает, что у аллогraftов существенно ниже риск рецидива инфекции при осложненных и деструктивных формах протезного эндокардита [2–6].

Однако эта методика не получила повсеместного распространения в связи с недостаточной доступностью аллогraftов, технической сложностью

имплантации и производства, отсутствием исследований с отдаленными результатами в сравнении с биопротезами. Тем не менее применение митральных аллогraftов в хирургии ТК при выраженном рецидивирующем инфекционном поражении представляет интерес.

Цель исследования — изучить возможность применения митрального аллогraftа в трикуспидальной позиции на основании анализа данных литературы.

Методы

Поиск публикаций и отбор исследований

Поиск исследований осуществляли в базах данных Medline (PubMed), Google Scholar и Российский индекс научного цитирования с помощью поисковых запросов, ключевых слов и логических операторов. Использовали ключевые слова: mitral allograft, mitral homograft, tricuspid valve homograft or allograft, tricuspid valve by mitral homografts or allografts, cryopreserved mitral homograft in the tricuspid position (Google Scholar, Medline); митральный аллогraft или гомогraft, криосохраненный митральный аллогraft или гомогraft (Российский индекс научного цитирования).

Критерии включения: имплантация митрального аллогraftа или его структур в трикуспидальную позицию. Критерии исключения: отсутствие имплантации митрального аллогraftа или его структур в трикуспидальную позицию. Последнюю поисковую сессию осуществили 21 декабря 2022 г.

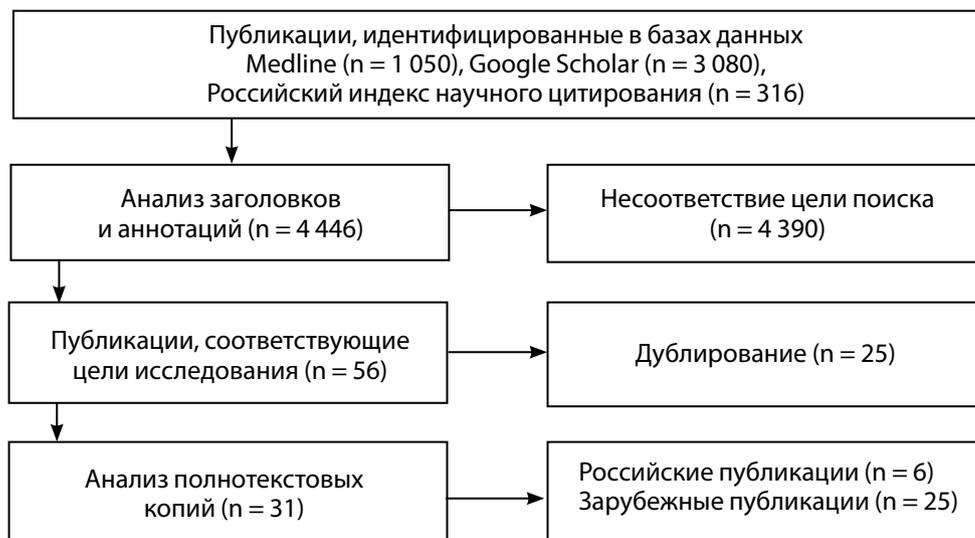


Рис. 1. Алгоритм отбора исследований

Извлечение и синтез данных

При первичном отборе с использованием поисковых запросов получили 4 446 результатов (Google Scholar — 3 080, Medline — 1 050, Российский индекс научного цитирования — 316). После анализа заголовков и аннотаций исключили 4 390 исследований, в которых отсутствовали необходимые данные, затем еще 25 работ в связи с дублированием. В итоговую группу вошло 31 исследование (рис. 1).

Результаты

История применения донорских клапанов сердца начинается с G. Murray, который в 1956 г. имплантировал аортальный аллографт пациенту с недостаточностью аортального клапана (АК) в нисходящий отдел аорты [7]. В 1962 г. D.N. Ross и B.G. Barratt-Boyes независимо друг от друга провели первые ортотопические имплантации донорских АК [8; 9]. В 1967 г. D.N. Ross выполнил замену АК легочным аутографтом с замещением нативного легочного клапана аортальным аллографтом [10]. Первые клинические результаты применения аллографтов были многообещающими: у пациентов отмечались хорошие гемодинамические показатели и невысокий риск тромбоэмболических осложнений [11–13].

После ранних успешных имплантаций ауто- и аллографтов в аортальную позицию начались имплантации в позицию митрального клапана (МК) донорских митральных аллографтов. Первые операции выполнялись в экспериментальных работах на животных в 1965–1967 гг. [14; 15]. M. Hubka и соавт. представили серию имплантаций митрального аллографта в митральную ($n = 12$) и трикуспидальную позицию ($n = 12$) у баранов. По результатам эксперимента у животных в трикуспидальной позиции обнаружили признаки некроза обеих групп папиллярных мышц (ПМ) митрального аллографта, большие предсердные тромбы, в одном случае проявления васкуляризации гомографта. Признаков иммунного ответа не выявили [15].

В 1975 г. M.F. O'Brien и соавт. продемонстрировали технологию криосохранения аллографтов, а в 1987 г. опубликовали положительные клинические результаты [16]. Также авторы предложили методику предоперационной обработки аллографтов путем выдерживания в коктейле из антибактериальных препаратов в течение периода от 3 дней до 6 недель [12; 13].

Несмотря на большой начальный интерес к применению донорских клапанов сердца, уже в 1985 г. использование митральных аллографтов значительно уменьшилось, поскольку частым ослож-

нением после их имплантации был разрыв места фиксации ПМ. Кроме того, изучение отдаленных результатов показало, что по сроку службы митральный аллографт существенно не отличается от биологического протеза в митральной позиции [17].

В 1993 г. D.M. Cosgrove, J.L. Pomar и C.A. Mestres предложили использовать митральный аллографт в «камере низкого давления» — в позиции ТК, где стрессовое воздействие на зоны фиксации аллографта будет значительно меньше [18; 19]. Помимо названных авторов первые успешные операции провели C. Acar и соавт., R.T. Miyaghashima и соавт., M. Hubka и соавт. [15; 18–24]. Исследователи из Научного центра сердечно-сосудистой хирургии РАМН (ныне НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева) в 1993 г. опубликовали результаты применения аортальных аллографтов [25], в 1997 г. описали влияние криосохранения на биологические ткани [26; 27], в 1998 г. представили итоги использования митрального аллографта в позиции ТК при инфекционном эндокардите [28; 29].

Сегодня интерес сердечно-сосудистых хирургов к митральным аллографтам в позиции ТК минимален. В отечественной и зарубежной литературе имеются единичные описания клинических случаев их применения при тяжелых формах инфекционного эндокардита с постоянным рецидивирующим течением, в которых получены положительные отдаленные результаты [20; 30; 31]. По данным Европейского банка гомографтов (англ. European Homograft Bank) в Брюсселе, за более чем 30-летний период его функционирования имплантировано 7 290 аллографтов, из которых митральных лишь 55, что составляет 0,7 % от общего числа всех подготовленных донорских клапанов [11].

Методика производства аллографта

Отсутствует единое мнение об оптимальной технологии изготовления, хранения и имплантации митрального аллографта.

Вариант аллографта

В трикуспидальную позицию возможно имплантировать два типа аллографтов: митральный и трикуспидальный. В настоящее время при полной имплантации используют только митральные аллографты ввиду большей прочности тканей и более дифференцированной анатомии подклапанного аппарата [32; 33]. Трикуспидальные аллографты применяют крайне редко, в основном для частичного закрытия дефектов нативного трикуспидального клапана.

Критерии донора

Аллографты заготавливают двумя способами: от трупных доноров в условиях морга и от доноров после смерти головного мозга во время мультиорганного забора [34]. Из-за недостатка донорского материала во всех странах мира и длительной резистентности сердечного клапана к аутолизу в большинстве случаев аллографты забираются у трупных доноров в условиях морга. Недостатки такого забора — более высокая вероятность инфицирования сердечного клапана и возможные структурные дефекты в связи с несоблюдением температурного и временного интервала доставки трупных доноров в патологоанатомическое бюро [34].

Забор митрального аллографта при мультиорганном донорстве позволяет снизить риск инфицирования сердечного клапана и уменьшить возможное влияние аутолиза на качество будущего аллографта. В каждой стране потенциальных доноров подбирают в соответствии с имеющимися законодательными директивами. Возрастных ограничений согласно американским и европейским протоколам нет, тем не менее требования к потенциальным донорам

для изготовления аллографтов постоянно повышаются [11]. По мнению Ю.П. Островского и соавт., возраст доноров для производства аллографтов следует ограничить 50 годами в связи с высоким риском получения непригодного для клинического применения кондуита у лиц старшей возрастной группы: более 23,1 % аллографтов, изъятых у доноров старше 50 лет, относились к 3-й категории (не пригодны для клинического использования) [35]. В ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» донорами обычно выступают пациенты до 50 лет с подтвержденной смертью головного мозга, отсутствием структурных изменений МК и социально значимых инфекций (вирус иммунодефицита человека, сифилис, гепатит В и С).

Техника забора аллографта

Забор аллографта осуществляется в стерильных условиях в операционной или специально оборудованном помещении. Первым этапом выполняют хирургическую ревизию МК в сердце донора. Оценивают фиброзное кольцо: форму, диаметр, наличие фиброза, кальциноза и других возможных патологических изменений. После окончания первичной инспекции проводят сегментарный анализ створок клапана согласно рекомендациям А. Carpentier с контрольной точкой в сегменте P1 и далее по часовой стрелке [36]. Заканчивают хирургическую ревизию МК оценкой подклапанного аппарата. Особое внимание необходимо обратить на тип ПМ: мы согласны с мнением С. Асаг и соавт. о целесообразности использования донорского МК при I или II типе [23]. При наличии структурных изменений или неподходящем типе ПМ МК выбраковывают (рис. 2).

После этапа оценки выделяют донорский МК с прилежащим массивом тканей предсердия и эндокарда левого желудочка (с отступом 1,5–2,0 см от клапанного комплекса). Забор прилежащих тканей выполняют для большей сохранности митрального клапанного комплекса, особенно подклапанных структур. Подобный подход к выделению аллографта рекомендован П.П. Яблонским и соавт., которые установили на основании изучения гистологических препаратов ПМ, что волокна, формирующие хорды, после вхождения в эндокард распадаются на отдельные пучки и теряются в миокарде на глубине 1,5–2,0 мм [37].

После выделения МК оценивают качество его тканей, измеряют геометрические параметры, выполняют морфологическую оценку, микробиологическое и гистологическое исследование (рис. 3).

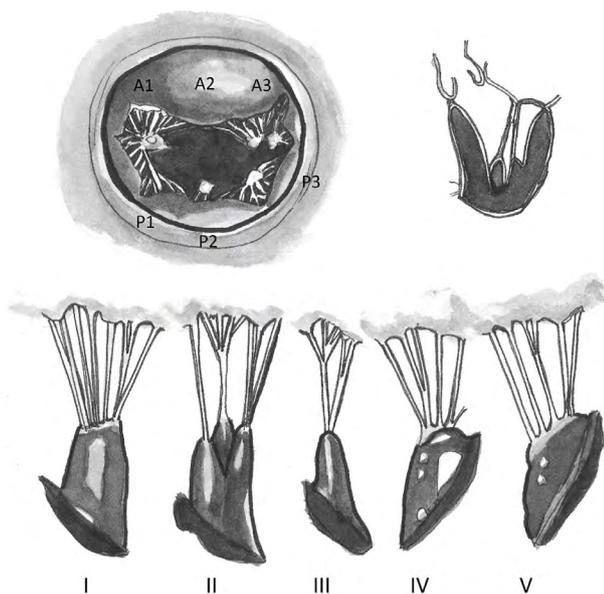


Рис. 2. Сегментарный анализ створок клапана и типов папиллярных мышц

Примечание. A1, A2, A3 — сегменты передней митральной створки; P1, P2, P3 — сегменты задней митральной створки; I–V — типы папиллярных мышц: I — массивная с одной головкой, II — массивная с несколькими головками, III — тонкая, IV — дугообразная по типу аркады, V — распластанная на стенке левого желудочка.

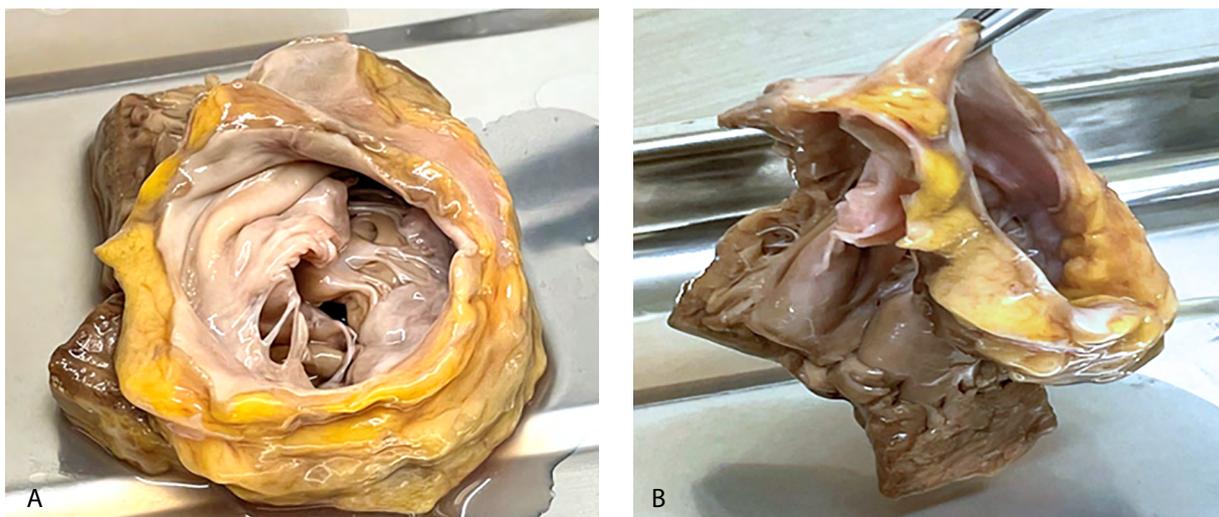


Рис. 3. Эксплантированный митральный клапан: вид сверху (А) и сбоку (В)

После окончания забора аллогraftа его транспортируют к месту хранения. Несмотря на длительное сопротивление нативного сердечного клапана аутолизу после смерти пациента и отсутствие общепринятых стандартов времени транспортировки, доказано влияние тепловой ишемии (время от прекращения сердечной деятельности и извлечения трансплантата до его погружения в транспортировочную среду) на аутолиз [37]. По данным Американской ассоциации тканевых банков (англ. American Association of Tissue Banks), безопасное время тепловой ишемии для клапанного аллогraftа при температуре 4 °С составляет до 24 ч, в условиях комнатной температуры — до 15 ч [38; 39]. Согласно европейским протоколам, лучшее время забора аллогraftа — до 24 ч после остановки сердца [11].

Методика обработки митрального аллогraftа

После эксплантации сердечный клапан стерилизуют. Существует большое количество схем антибактериальной обработки аллогraftов, разра-

ботанных крупными тканевыми банками (табл. 1) [40–45].

В ряде случаев выполняют девитализацию аллогraftа в растворе этилендиаминтетрауксусной кислоты (англ. Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) и дигитонина (10 ммоль/л и 100 мг/л соответственно) в течение 48 ч, затем еще 48 ч стерилизуют в специальном растворе с антибактериальными препаратами при температуре 4 °С.

После этапа антибактериальной обработки аллогraft помещают в раствор для криоконсервации. Чтобы уменьшить отрицательное воздействие низких температур, в раствор добавляют криопротекторы, которые подразделяются на проникающие и не проникающие. Первые благодаря низкому молекулярному весу проникают через клеточную мембрану и формируют водородные связи с молекулами воды, что препятствует образованию внутри клеток кристаллов льда (метанол, диметилсульфоксид, глицерин, полипропиленгликоль). Вторые имеют большой молекулярный вес и не проникают в клетку, что замедляет процесс формирования кристаллов льда (гидроксиэтилкрахмал,

Табл. 1. Схемы стерилизации аллогraftов

Британский тканевый банк (англ. United Kingdom Human Tissue Bank) [44]	Рифампицин, амфотерицин, ванкомицин, ципрофлоксацин, полимиксин В, триметоприм
Банк тканей университета Токио (англ. University of Tokyo Tissue Bank), Япония [45]	Цефметазол, линкомицин, ванкомицин, полимиксин В
Банк сердечных клапанов (англ. Heart Valve Bank) в Роттердаме, Нидерланды [40]	Ципрофлоксацин, амикацин, метронидазол, ванкомицин, флуцитозин
НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева	Ципрофлоксацин, гентамицин, ампициллин, метронидазол, флуконазол



Рис. 4. Контейнер для транспортировки митрального аллогraftа с сухим льдом

поливинилпирролидон и различные варианты сахаров, альбумин) [34].

Большинство исследователей используют 10%-й диметилсульфоксид, который считается одним из лучших криопротекторов, в сочетании с альбумином для защиты клеток от повреждающего эффекта диметилсульфоксида в процессе размораживания [46–48]. Охлаждение аллогraftа в специальной системе занимает около 2 ч [34; 44; 49; 50].

Хранение митрального аллогraftа

Аллогraftы хранят в парах жидкого азота при температуре -150°C от 14 до 21 дня для сохранения их гистологической структуры [49]. В операционную доставляют в парах жидкого азота при температуре -150°C в сосуде Дьюара. В Европейском банке гомогraftов хранение аллогraftов осуществляется при температуре -130°C в парах жидкого азота с контролем криоконсервации в автономной системе Kryo 560-16 (Planer Ltd., Санбери-на-Темзе, Великобритания) [11]. Среднее время хранения составляет 5 лет [34; 44; 49; 50]. Размораживание аллогraftа осуществляют при температуре $8-10^{\circ}\text{C}$ за 1 ч до операции [51].

Причины брака митрального аллогraftа

По данным Ю.П. Островского и соавт., частота получения пригодных к использованию митральных аллогraftов составляет 66,7 %. Основные причины брака — отнесение аллогraftа к 3-й категории (структурные дефекты, из-за которых невозможно выполнение клапанной функции) (6,4 %), положительное бактериологическое исследование донор-

ских сердец (5,2 %), погрешность в выделении аллогraftа (4,7 %) [34].

Микробное загрязнение ткани и методы стерилизации значительно разнятся по всему миру, что связано с разными условиями эксплантации донорских сердец, сроками кондиционирования доноров, качеством соблюдения асептики и антисептики [34; 52]. Наиболее инфицированными являются сердца, изъятые у доноров в патологоанатомических бюро (78,6 %), при мультиорганном заборе частота заражения ниже (21,4 %) [40–42; 53]. Из микроорганизмов чаще всего встречаются *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hominis* и *Acinetobacter baumannii* [34].

В 90-х гг. в Европейском союзе имелась проблема высокой частоты микробного загрязнения, в связи с чем были созданы специально оборудованные места забора и подготовки аллогraftов, оснащенные в том числе HEPA-фильтрами для создания ламинарного потока чистого воздуха. Это значительно улучшило качество забора и снизило до 17 % частоту извлечения аллогraftов, непригодных для имплантации из-за инфекционных загрязнений [11].

Методика подбора аллогraftа

Подбор аллогraftа осуществляют по критериям, разработанным С. Асар и соавт. для имплантации митрального аллогraftа в нативную позицию МК [23]. Согласно рекомендациям, необходимо соответствие размеров подклапанных структур и фиброзных колец аллогraftа и нативного клапана. На дооперационном этапе выполняют трансторакальное эхокардиографическое исследование, определяют переднезадний диаметр фиброзного кольца, высоту передней створки ТК и расстояние от фиброзного кольца ТК до верхушки передней ПМ. Окончательно выбирают аллогraft на 3–4 мм больше нативного клапана реципиента для удобства манипуляции [54].

Подготовка к имплантации

Доставку аллогraftа в операционную осуществляют в специальных контейнерах при температуре ниже -130°C , возможна транспортировка в сухой лед при -76°C (рис. 4) [11]. Если перемещенный к месту имплантации аллогraft не использовали, не вскрывали специальный защитный контейнер и температура не поднималась выше -130°C , кондукт возможно вернуть в банк донорских тканей, в остальных случаях его утилизируют. В среднем в крупных банках донорских тканей в течение года утилизируется 0,5–1,0 % аллогraftов [11].

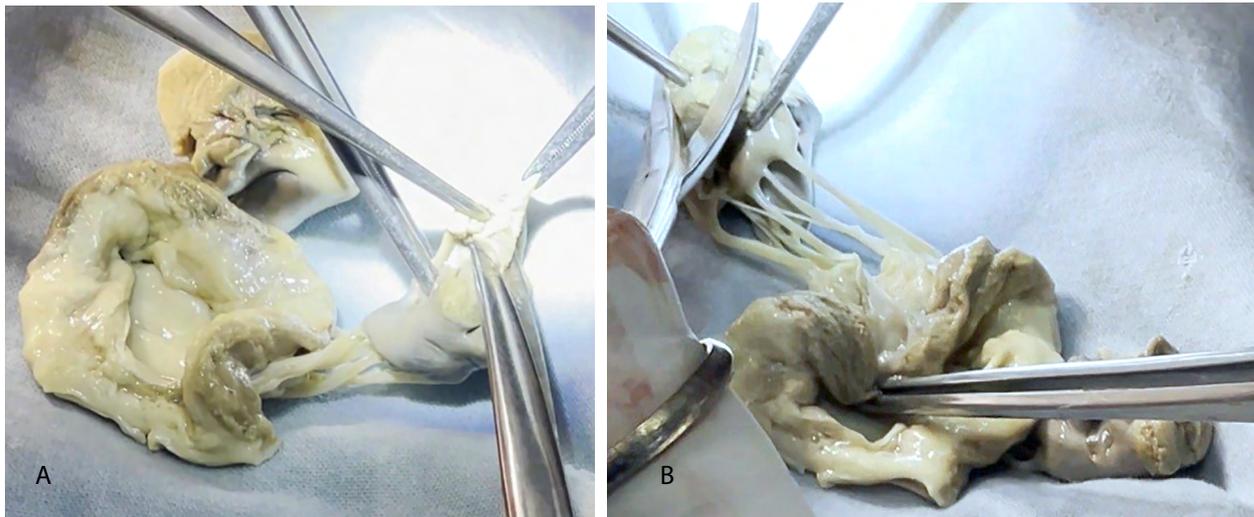


Рис. 5. Интраоперационная обработка митрального аллогraftа: начало (А) и окончание этапа иссечения лишних тканей (В)

Строгое соблюдение температурного режима необходимо, поскольку при температуре выше -123°C на матрице аллогraftа образуются микрокристаллы [55]. Это может приводить к разрыву структур клапана после его имплантации и иметь фатальные последствия. Если аллогraft транспортировался к месту имплантации в сухом льду при температуре -76°C , то после возврата в тканевый банк срок его возможной дальнейшей имплантации ограничен 1–3 мес. при температуре хранения -80°C под личную ответственность оперирующего хирурга [11].

Методика полной имплантации митрального аллогraftа

После доставки аллогraftа в операционную начинается его подготовка к имплантации. На отдельном операционном столе пакет с аллогraftом обрабатывают йодом и вскрывают стерильными ножницами. Операционная сестра пинцетом за дистальную часть кондуита извлекает его из пакета и помещает в металлический стакан емкостью 200 мл. Аллогraft аккуратно отмывают в 100 мл физиологического раствора в течение 1 мин с последующим двукратным повторением. Далее хирург осуществляет непосредственную подготовку кондуита путем иссечения лишних тканей (рис. 5).

Варианты ориентации аллогraftа

Существует два варианта расположения митрального аллогraftа в позиции ТК — анатомический

и контранатомический. С. Асар и соавт. рекомендуют выполнять анатомическую ориентацию аллогraftа, при которой его переднюю створку фиксируют к перегородке (область септальной створки ТК) с обязательной аннулопластикой на опорном кольце для снижения стрессовой нагрузки на створки и увеличения зоны коаптации створок клапана [21]. Однако, по наблюдениям J.-P. Couetil и соавт., при такой имплантации есть риск обструкции выводного тракта правого желудочка (ПЖ) (аналог SAM-синдрома МК) [56]. J.L. Pomar и С.А. Mestres считают более правильной контранатомическую посадку аллогraftа, когда его переднюю митральную створку фиксируют к свободной стенке ПЖ с укреплением фиброзного кольца полоской из аутоперикарда [19].

Преимущество какого-либо варианта не доказано. В экспериментальной работе на животных А. Мокрасек и соавт. в течение года изучали анатомический ($n = 11$) и контранатомический виды посадки аллогraftа ($n = 8$). Контрольные исследования животных выполняли через 3, 6 и 12 мес. Оценивали аннулодилатацию и гемодинамически значимую регургитацию на аллогraftе. Достоверных различий при использовании анатомической и контранатомической ориентации не выявили. Важным аспектом исследования стала рекомендация о необходимости проведения аннулопластики, поскольку у всех животных через 3 мес. после операции отмечалась аннулодилатация в среднем на 144 % от исходного размера (127–163 %) [57].

И.И. Скопин, Р.М. Муратов и соавт. считают предпочтительной анатомическую посадку аллогraftа,

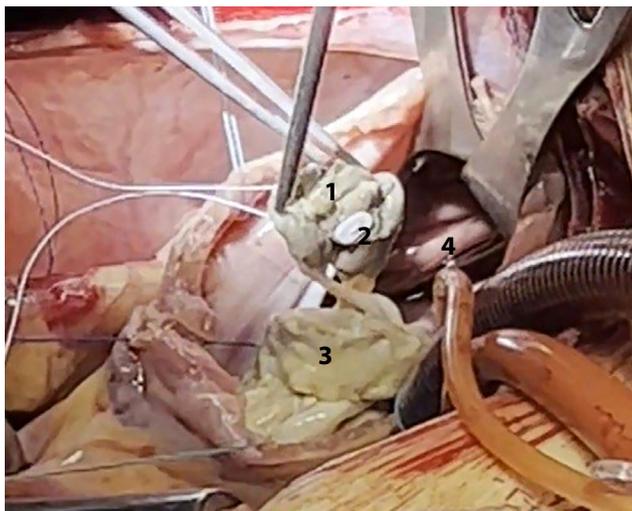


Рис. 6. Наложение п-образного шва на прокладке на папиллярную мышцу митрального аллогraftа

Примечание. 1 — папиллярная мышца митрального аллогraftа, 2 — п-образный шов ePTFE на прокладке, 3 — створка митрального аллогraftа, 4 — папиллярная мышца трикуспидального клапана.



Рис. 7. Прошивание папиллярной мышцы нативного трикуспидального клапана

Примечание. 1 — папиллярная мышца трикуспидального клапана, 2 — папиллярная мышца митрального аллогraftа.

когда основание передней створки МК помещают на место септальной створки ТК, поскольку в нативном клапане передняя митральная створка фиксирована к фиброному каркасу сердца и не меняет форму во время сердечного цикла. Исследователи полагают, что за счет подобной ориентации сохра-

няется нативная гемодинамическая нагрузка на всю структуру клапана [28; 29].

Фиксация папиллярных мышц и створок клапана

Головки ПМ аллогraftа после их иссечения из донорского сердца теряют кровоснабжение и в пра-

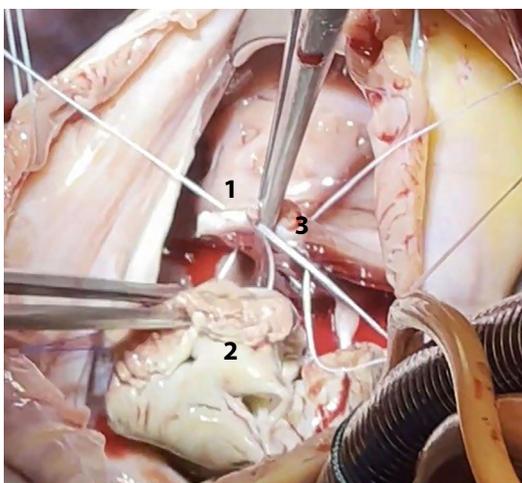


Рис. 8. Фиксация папиллярной мышцы митрального аллогraftа и нативного трикуспидального клапана

Примечание. 1 — папиллярная мышца трикуспидального клапана, 2 — митральный аллогraft, 3 — шов ePTFE.

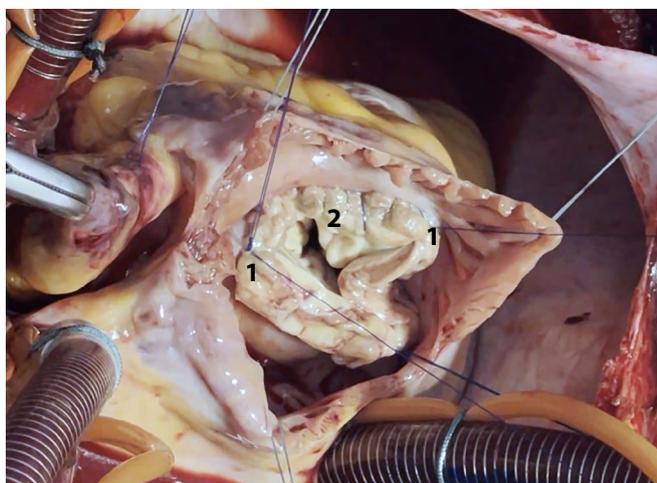


Рис. 9. Пришивание митрального аллогraftа к фиброному кольцу трикуспидального клапана

Примечание. 1 — проленовые швы, 2 — пришитый митральный аллогraft.

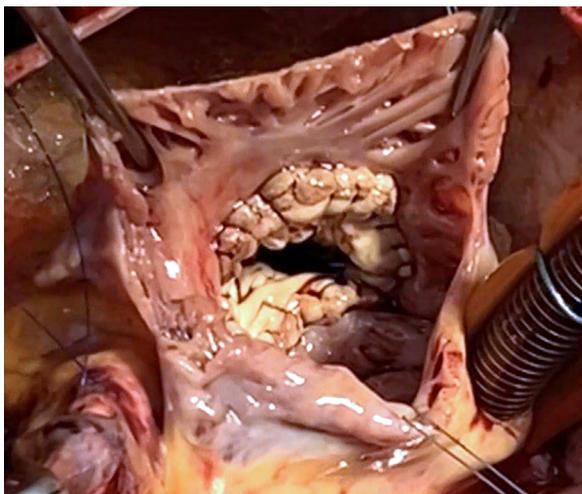


Рис. 10. Пришитый к фиброному кольцу митральный аллогraft

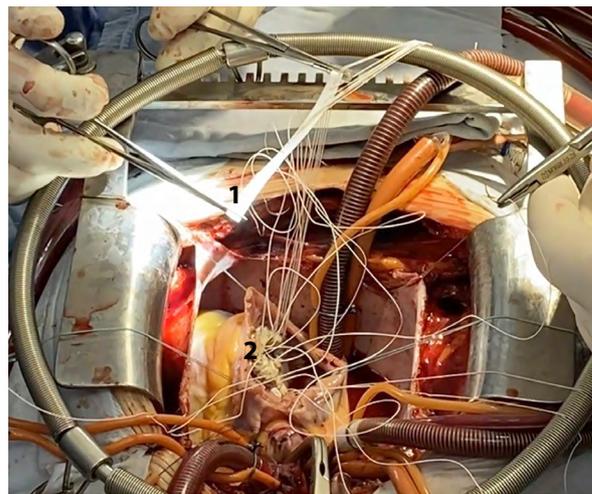


Рис. 11. Аннулопластика митрального аллогraftа на мягком опорном кольце из ePTFE

Примечание. 1 — мягкое опорное кольцо, 2 — митральный аллогraft.

критическом смысле представляют собой якорь для фиксации донорских хорд к ПМ реципиента [37]. J.M. Vernal и соавт. описали два основных варианта фиксации ПМ: непосредственная к эндокарду ПЖ и трансмуральная («сквозная») на прокладках [33]. Каждая из этих опций имеет большое количество модификаций, выбор зависит от предпочтений оперирующего хирурга.

А. Mokracsek и соавт. считают оптимальной фиксацию одной части хорд митрального аллогraftа с фрагментами головки ПМ к нативным ПМ ТК парietальной стенки ПЖ, другой части — к межжелудочковой перегородке с использованием прокладок [57]. По мнению U. Nvass и соавт., предпочтительной является трансмуральная фиксация. Для передней группы ПМ аллогraftа в эндокарде создают небольшой «туннель» на передней стенке ПЖ между конусной перегородкой и выводным трактом ПЖ, отступя 2–3 см от межжелудочковой борозды. Для задней группы ПМ формируют «туннель» на нижней стенке ПЖ между ветвями краевых желудочковых артерий и задней межжелудочковой артерией. Глубину имплантации определяют путем тракции хорд до осуществления адекватной коаптации створок клапана. После определения глубины ПМ, помещенные в специальные «туннели», фиксируют к стенке ПЖ 6–12 отдельными швами через все слои правого желудочка [58].

И.И. Скопин, Р.М. Муратов и соавт. отмечают, что при анатомической ориентации аллогraftа задне-медиаальную группу ПМ сопоставляют с областью

переднесептальной комиссуры ТК, передней ПМ ТК и конусной перегородкой. Если задне-медиаальная ПМ не разделена на две головки и расположена рядом с передней ПМ ТК, ее подшивают сбоку к передней ПМ ТК. По оценке исследователей, наиболее выгодно поместить данную ПМ в промежуток между стенкой ПЖ и нативной ПМ ТК. Окончательная

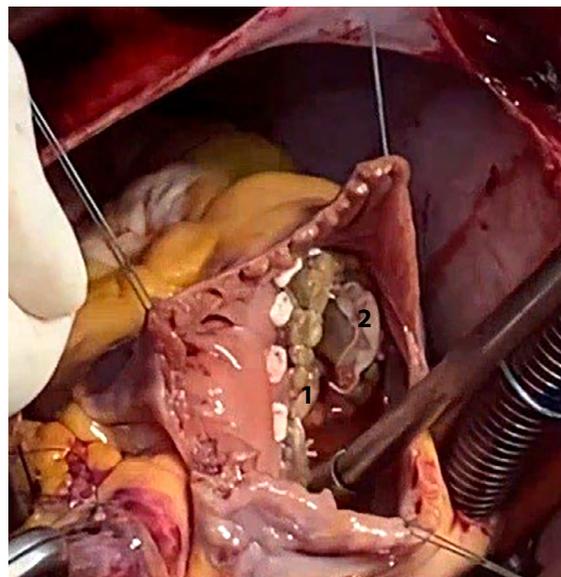


Рис. 12. Окончательный вид имплантированного митрального аллогraftа

Примечание. 1 — пришитый митральный аллогraft, 2 — мягкое опорное кольцо.

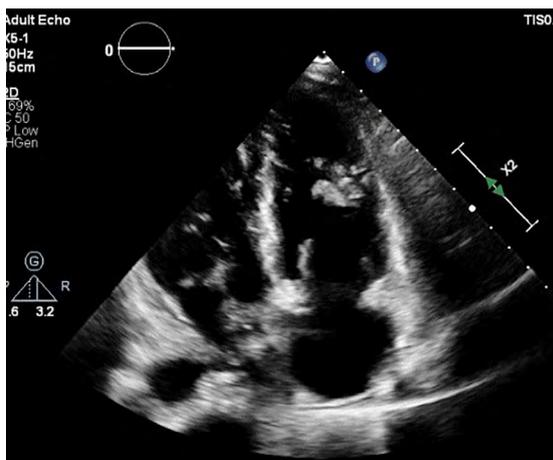


Рис. 13. Чреспищеводное эхокардиографическое исследование после имплантации митрального аллогraftа

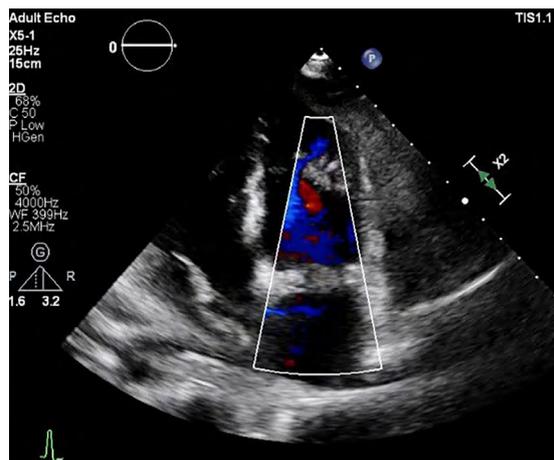


Рис. 14. Допплерографическое исследование функции митрального аллогraftа

пространственная ориентация аллогraftа зависит от пространственной ориентации хорд и их сопоставления. Глубину имплантации определяют длиной хорд, чтобы было сопоставление шероховатой зоны створок клапана 2–3 мм. Непосредственно створки клапана пришивают непрерывным швом с более поверхностным наложением в области треугольника Коха, чтобы уменьшить риск повреждения атриовентрикулярного узла. Имплантацию заканчивают аннулопластикой на опорном кольце, достаточно стабильные результаты отмечаются при использовании мягкого опорного кольца из микропористого политетрафторэтилена (англ. expanded polytetrafluoroethylene, ePTFE) [29]. При выраженном инфекционном процессе возможно выполнение шовной аннулопластики с целью меньшего использования инородного материала [54]. Заканчивают имплантацию контрольным чреспищеводным эхокардиографическим исследованием с оценкой функции имплантированного аллогraftа (рис. 6–14).

Частичная замена створок клапана тканями аллогraftа

В 1964 г. в клинике имени Ф.-Ж.В. Бруссе (англ. Broussais Hospital) J.P. Cachera и соавт. изучали возможность замены дефектных структур нативного МК частями аллогraftа (рис. 5) [59]. В том же году J.M. Revuelta и соавт. представили результаты хронического эксперимента на животных ($n = 25$), которым имплантировали частичные структуры митрального аллогraftа в ортотопическую позицию с последующим изучением показателей гемодинамики и ги-

стологическим исследованием имплантированных структур через 3, 6, 9 и 12 мес. На всех макропрепаратах митральный аллогraft был без структурных изменений. Согласно результатам микроскопии, трансплантат покрывали жизнеспособные эндотелиальные клетки реципиента, наблюдались признаки реэндотелизации и организованной плотной коллагеновой ткани. По итогам эксперимента авторы пришли к заключению, что имплантация частичных структур митрального аллогraftа может стать действенной альтернативой для лечения локализованной патологии митрального клапана [60].

Результаты имплантации митрального аллогraftа

Сравнение митрального аллогraftа и биопротеза в нативной позиции

Наибольшая серия наблюдений принадлежит F. Nappi и соавт., которые имплантировали более 110 митральных аллогraftов в нативную позицию за более чем 19-летний период (среднее время наблюдения $9,8 \pm 6,3$ года). Авторы отмечали отличные результаты функционирования митральных аллогraftов в раннем послеоперационном периоде, сопоставимость операции по гемодинамическим показателям с реконструкцией МК и аналогичные отдаленные результаты при сравнении с биопротезами (к 15 годам наблюдения более трети пациентов были реоперированы в связи с биодеградацией митрального аллогraftа) [61].

M. Ali, M. Asar и соавт. также представили крупную серию имплантаций митральных аллогraftов ($n = 104$) в сравнении с биопротезами с периодом

Табл. 2. Результаты имплантации митральных аллографтов в трикуспидальную позицию

Авторы, год	N	Особенность имплантации	Период наблюдения	Результат
Mestres С.А. и соавт., 1999 [69]	5	н/д	Медиана 60 мес. (12–72 мес.)	Один смертельный исход в результате передозировки наркотическими препаратами; у 3 пациентов повторные эпизоды инфекции; инфекция элиминирована на консервативной терапии. У 1 пациента минимальная регургитация, у 3 — умеренная или тяжелая. Нет признаков биодеградации аллографтов
Shrestha В.М.С. и соавт., 2010 [63]	14	Частичная имплантация трикуспидального (n = 13) и митрального (n = 1) аллографта	Медиана 61 мес. (12–126 мес.)	У 3 пациентов — замена трикуспидального аллографта в связи с дисфункцией, у остальных функция аллографта удовлетворительная
Couetil J.-P. и соавт., 2002 [56]	7	Частичная имплантация митрального аллографта	30 мес.	Один летальный исход в отдаленном послеоперационном периоде. Функция реконструированных митральным аллографтом клапанов удовлетворительная
Скопин И.И., Муратов Р.М., Шамсиев Г.А. и соавт., 1998, 2014 [28; 29; 54]	16	Полная имплантация (n = 12), частичная замена створок (n = 4)	До 180 мес.	В раннем послеоперационном периоде летальных исходов и гемодинамически значимой регургитации на митральном аллографте не выявлено. В отдаленном периоде среди выживших пациентов (n = 13), по данным трансторакальной эхокардиографии, у 4 пациентов регургитация на аллографте отсутствовала, у 6 — минимальная, у 3 — незначительная. В 1 случае через 119 мес. реоперация в связи с регургитацией 3-й степени

Примечание. N — количество пациентов; н/д — нет данных.

наблюдения 52 ± 35 мес. (максимально 117 мес.) [62]. Свобода от повторной операции (адекватное функционирование митрального аллографта) к 8 годам составила $81 \pm 5\%$, что аналогично результатам применения биопротезов.

С учетом отсутствия различий в функционировании митральных аллографтов и биологических протезов в отдаленном послеоперационном периоде, а также сложной технологии производства и имплантации аллографтов исследователи пришли к заключению, что имплантация митрального аллографта не имеет практического смысла [61; 62].

Сравнение митрального аллографта и биопротеза в трикуспидальной позиции

Нет клинических исследований сравнения митральных аллографтов в трикуспидальной позиции с биопротезами. Бесспорным преимуществом аллографтов является их более высокая резистентность к инфекциям, возможно, более длительный срок службы у постоянно принимающих наркотические препараты зависимых людей. Единичные клиниче-

ские наблюдения частичного и полного протезирования ТК митральным аллографтом демонстрируют отличные отдаленные и непосредственные результаты, однако необходимы клинические исследования на текущем этапе развития биотехнологий. Так, положительные результаты частичного протезирования структур ТК компонентами митрального аллографта представили J.-P. Couetil и соавт. у 7 пациентов с неконтролируемым сепсисом. В отдаленном послеоперационном периоде (30 мес.) у 1 больного наступил смертельный исход в связи с повторным протезным эндокардитом АК, у остальных отмечали отсутствие признаков инфекции, удовлетворительное функционирование аллографта и хорошее качество жизни [56].

В 2010 г. В.М.С. Shrestha и соавт. описали результаты частичной замены дефектных структур ТК тканями трикуспидальных аллографтов. В отдаленном послеоперационном периоде (средний период наблюдения 61 мес. (min 12, max 126 мес.)) отсутствие структурных изменений отметили у 78,57 % пациентов (n = 11), однако 3 больным (21,43 %) выполнили

реоперации в связи с прогрессирующим трикуспидальной регургитацией [63].

М. Pighi и соавт. представили клиническое наблюдение пациентки, которая поступила с дисфункцией митрального аллографта (срок службы около 14 лет), его кальцинозом, тяжелым стенозом (максимальный диаметр клапанного отверстия 8 мм, средний градиент давления 7 мм рт. ст.) и гемодинамически значимой регургитацией в результате пролапса одной из дегенеративно измененных створок аллографта и отрыва краевой хорды. Успешно выполнили процедуру valve-in-mitral homograft с хорошим эффектом [64]. Подобные единичные наблюдения, когда плохо функционирующий аллографт замещают транскатетерным способом, отмечают и другие авторы [65].

В 1993 г. М. Concha и соавт., в 1998 г. А. Prat и соавт., в 2015 г. Ю.П. Островский и соавт. описали успешные вмешательства у пациентов с рецидивирующим эндокардитом: операцию Росса в сочетании с имплантацией митрального аллографта в трикуспидальную позицию с хорошими результатами [66–68]. Авторы из НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева отмечают положительные отдаленные результаты имплантаций криосохраненного митрального аллографта 12 взрослым пациентам и частичной замены створок 4 больным [29; 54].

Наибольшие серии полных или частичных имплантаций аллографтов в трикуспидальную позицию представлены в табл. 2.

Перспективные технологии

Многие исследователи полагают, что отсутствие широкого использования аллографтов в клапанной хирургии приобретенных пороков сердца связано с аутоиммунным ответом, который вызывает тяжелые структурные изменения имплантированных донорских клапанов и нивелирует их преимущества перед биопротезами [70–75]. По данным M.R.K. Helder и соавт., через неделю после имплантации аллографта за счет гуморального иммунитета наблюдается пик иммунного ответа с резким повышением IgM, далее — уменьшение его активности и замещение на IgG в течение 1 мес. после имплантации [75]. В этот период наиболее часто происходят структурные изменения матрицы аллографта с последующими дегенеративными изменениями всего комплекса. Применение митрального аллографта в камере с низким током крови может усилить аутоиммунный ответ за счет более активного оседания иммунологически активных клеток на створках клапана, вызывая тяжелые повреждения донорской ткани [76].

Это мнение подтверждают данные R. Hopkins о том, что исходная жизнеспособность (англ. viability) аллографта после имплантации быстро снижается, создавая предпосылки к структурным изменениям его матрицы и формированию дегенеративных изменений [72]. Согласно исследованию S. Sebotari и соавт., чужеродные клетки аллографта вызывают иммунный ответ, который на поздних стадиях приводит к биодеградации клапана, кроме того, стерилизация в антибиотиках ограничивает долговечность аллографта из-за недостаточного количества живых клеток внутри матрикса [77].

По мнению F. Nappi и соавт., особенно выражены аутоиммунный ответ и восприимчивость к ранней биодеградации аллографта у беременных [61]. Это подтвердили R. Alharethi и соавт. в наблюдении пациентки, которой через 6 лет после трансплантации сердца имплантировали митральный аллографт. Через 4 мес. после имплантации аллографта развилась тяжелая регургитация в результате аутоиммунного воспаления створок клапана с их частичным некрозом. При гистологическом исследовании створок клапана выявили распространенное периваскулярное, интраваскулярное и интерстициальное воспаление с макрофагами и лимфоцитами [78].

Важным аспектом уменьшения аутоиммунного ответа является децеллюляризация аллографта. S. Bibevski и соавт. описали результаты имплантации легочных аллографтов при реконструкции выводного отдела ПЖ: свобода от дисфункции аллографта составила 83 % при децеллюляризации и 58 % при изолированной криоконсервации к 10-му году наблюдения [79]. По данным S.R. Meyer и соавт., децеллюляризация снижает иммунный ответ (клеточный и гуморальный) [80]. Возможно, обработка криосохраненных децеллюляризованных митральных аллографтов позволит устранить факторы воспаления и тем самым обеспечит продолжительную работу клапана [79; 80].

S. Olivito и соавт. полагают, что улучшения функции аллографтов следует ожидать при модификации методики их криоконсервации (температурных режимов, способов обработки, типов растворов). Другим возможным вариантом, по мнению исследователей, является применение ultra-fresh гомографтов, которые используются в течение 24 ч после забора [81]. Так, M.H. Wilhelmi и соавт. в серии из 146 пациентов, которым выполнили трансплантацию сердца, в течение периода наблюдения $43,8 \pm 11,2$ года отмечали нормальное функционирование клапанов без структурных изменений, однако допустили, что, возможно, это связано

с применением специальной иммуносупрессивной терапии [82].

Для уменьшения выраженности аутоиммунного ответа ведется разработка тканеинженерных аллографтов (англ. tissue-engineered allograft valve) [72; 83; 84]. Их преимуществами должны стать отсутствие иммуногенности, способность к росту, жизнеспособность, отсутствие тромбогенности и инородных тел в аллографте. В Европе на основании работ Высшей медицинской школы Ганновера с децеллюляризованными легочными аллографтами, которые имплантировали животным и в единичных случаях людям, запущено клиническое исследование ESPOIR, в которое включены 8 педиатрических центров и 2 тканевых донорских банка. Непосредственные результаты обнадеживающие [85]. В мультицентровом клиническом исследовании ARISE (2015–2017) продемонстрированы отличные гемодинамические показатели с минимальным количеством осложнений после имплантации аортальных децеллюляризованных аллографтов молодым пациентам [86].

Из отечественных авторов П.П. Яблонский и соавт. после выполненного этапа исследования на животных ($n = 100$) сочли возможным создание матрицы атриовентрикулярного клапана с использованием децеллюляризованного аллографта, обладающего сопоставимыми с нативным клапаном механическими свойствами и потенциалом к репопуляции, что в итоге позволит получить лучшую адаптацию по сравнению с классическим аллографтом [37].

Заключение

Методике имплантации митрального аллографта около 30 лет. За этот период опубликованы единичные клинические наблюдения ее применения. По данным самого крупного европейского банка донорских тканей, выполнено лишь 55 заборов/имплантаций митральных аллографтов, в основном в нативную позицию [11]. Практический смысл имплантации митрального аллографта в нативную позицию отсутствует в связи с полностью сопоставимыми результатами имплантации биопротезов и сложностью технологии производства и имплантации донорских клапанов сердца.

В трикуспидальную позицию митральные аллографты имплантируют пациентам с выраженным инфекционным процессом как варианты биопротеза, обладающие более высокой резистентностью к ин-

фекции. В единичных клинических сериях продемонстрированы удовлетворительные результаты: относительная резистентность к инфекции и срок службы более 15 лет.

На основании данных литературы и собственных наблюдений мы можем заключить, что митральный аллографт в трикуспидальной позиции является возможной альтернативой биопротезированию у пациентов с выраженным инфекционным процессом правых отделов. Однако необходимы дальнейшие клинические наблюдения в сравнении с биопротезами.

Список литературы / References

1. Brown M.L., Dearani J.A., Danielson G.K., Cetta F., Connolly H.M., Warnes C.A., Li Z., Hodge D.O., Driscoll D.J. Comparison of the outcome of porcine bioprosthetic versus mechanical prosthetic replacement of the tricuspid valve in the Ebstein anomaly. *Am J Cardiol.* 2009;103(4):555-561. PMID: 19195520. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.09.106>
2. Di Eusanio M., Berretta P., Bissoni L., Petridis F.D., Di Marco L., Di Bartolomeo R. Re-operations on the proximal thoracic aorta: results and predictors of short- and long-term mortality in a series of 174 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011;40(5):1072-1076. PMID: 21470869. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2011.02.039>
3. Shah D.K., Li Z., Park S.J., Daly R.C., Dearani J.A., Schaff H.V., Sundt T.M. 3rd. Replacement of the infected composite aortic root prosthesis. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(5):1651-1655. PMID: 21937018. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.05.115>
4. Lytle B.W., Sabik J.F., Blackstone E.H., Svensson L.G., Pettersson G.B., Cosgrove D.M. 3rd. Reoperative cryopreserved root and ascending aorta replacement for acute aortic prosthetic valve endocarditis. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(5):S1754-S1757. PMID: 12440658. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(02\)04129-2](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(02)04129-2)
5. LeMaire S.A., DiBardino D.J., Köksoy C., Coselli J.S. Proximal aortic reoperations in patients with composite valve grafts. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(5):S1777-S1780. PMID: 12440664. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(02\)04152-8](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(02)04152-8)
6. Luciani N., De Geest R., Anselmi A., Glieda F., De Paulis S., Possati G. Results of reoperation on the aortic root and the ascending aorta. *Ann Thorac Surg.* 2011;92(3):898-903. PMID: 21871275. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.04.116>
7. Murray G. Homologous aortic-valve-segment transplants as surgical treatment for aortic and mitral insufficiency. *Angiology.* 1956;7(5):466-471. PMID: 13362998. <https://doi.org/10.1177/000331975600700509>
8. Ross D.N. Homograft replacement of the aortic valve. *Lancet.* 1962;2(7254):487. PMID: 14494158. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(62\)90345-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(62)90345-8)
9. Barratt-Boyes B.G. Homograft aortic valve replacement in aortic incompetence and stenosis. *Thorax.* 1964;19(2):131-150. PMID: 14128570; PMID: PMC1018811. <https://doi.org/10.1136/thx.19.2.131>
10. Ross D.N. Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet.* 1967;2(7523):956-958. PMID: 4167516. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(67\)90794-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(67)90794-5)

11. Jashari R. Transplantation of cryopreserved human heart valves in Europe: 30 years of banking in Brussels and future perspectives. *Cell Tissue Bank*. 2021;22(4):519-537. PMID: 33532987; PMCID: PMC7853167. <https://doi.org/10.1007/s10561-021-09902-2>
12. O'Brien M.F., McGiffin D.C., Stafford E.G. Allograft aortic valve implantation: techniques for all types of aortic valve and root pathology. *Ann Thorac Surg*. 1989;48(4):600-609. PMID: 2679469. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)66877-4](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)66877-4)
13. Hoquel R., Rashid Z., Sarkar S.K. Antibiotic sterilization of cadaveric homograft aortic valve for clinical use. *Bangladesh Med Res Counc Bull*. 2007;33(2):69-72. PMID: 18481442.
14. Rastelli G.C., Berghuis J., Swan H.J. Evaluation of function of mitral valve after homotransplantation in the dog. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1965;49:459-474. PMID: 14265962.
15. Hubka M., Siska K., Brozman M., Holec V. Replacement of mitral and tricuspid valves by mitral homograft. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1966;51(2):195-204. PMID: 5903629.
16. O'Brien M.F., Stafford G., Gardner M., Pohlner P., McGiffin D., Johnston N., Brosnan A., Duffy P. The viable cryopreserved allograft aortic valve. *J Card Surg*. 1987;2(1 Suppl):153-167. PMID: 2979968. <https://doi.org/10.1111/jocs.1987.2.1s.153>
17. Sievers H.H., Lange P.E., Yankah A.C., Wessel A., Bernhard A. Allogeneous transplantation of the mitral valve. An open question. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1985;33(4):227-229. PMID: 2413574. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1014126>
18. Cosgrove D.M. Mitral homograft for tricuspid valve replacement. *J Heart Valve Dis*. 1993;2(2):124. PMID: 8261147.
19. Pomar J.L., Mestres C.A. Tricuspid valve replacement using a mitral homograft. Surgical technique and initial results. *J Heart Valve Dis*. 1993;2(2):125-128. PMID: 8261148.
20. Acar C., lung B., Cormier B., Grare P., Berrebi A., D'Attellis N., Acar J., Carpentier A. Double mitral homograft for recurrent bacterial endocarditis of the mitral and tricuspid valves. *J Heart Valve Dis*. 1994;3(5):470-472. PMID: 8000578.
21. Acar C., Farge A., Ramsheyi A., Chachques J.C., Mihaileanu S., Gouezo R., Gerota J., Carpentier A.F. Mitral valve replacement using a cryopreserved mitral homograft. *Ann Thorac Surg*. 1994;57(3):746-748. PMID: 8147653. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(94\)90582-7](https://doi.org/10.1016/0003-4975(94)90582-7)
22. Acar C., Gaer J., Chauvaud S., Carpentier A. Technique of homograft replacement of the mitral valve. *J Heart Valve Dis*. 1995;4(1):31-34. PMID: 7742985.
23. Acar C., Tolan M., Berrebi A., Gaer J., Gouezo R., Marchix T., Gerota J., Chauvaud S., Fabiani J.N., Deloche A., Carpentier A. Homograft replacement of the mitral valve. Graft selection, technique of implantation, and results in forty-three patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1996;111(2):367-380. PMID: 8583810. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(96\)70446-4](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(96)70446-4)
24. Miyagishima R.T., Brumwell M.L., Eric Jamieson W.R., Munt B.I. Tricuspid valve replacement using a cryopreserved mitral homograft. Surgical technique and initial results. *J Heart Valve Dis*. 2000;9(6):805-809. PMID: 11128789.
25. Цукерман Г.И., Скопин И.И., Муратов Р.М., Зайцев В.В., Тарасова Е.В. Жизнеспособные аортальные аллографты при коррекции аортальных пороков. Первый клинический опыт и перспективы. *Второй Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов: тезисы докладов и сообщений*. Ч. 1. СПб.: Мортехинформреклама, 1993. С. 7-8. Tsukerman G.I., Skopin I.I., Muratov R.M., Zaitsev V.V., Tarasova E.V. Viable aortic allografts for correction of aortic valve diseases. *Second All-Russian Congress of Cardiovascular Surgeons: abstracts of reports and communications*. Part 1. St. Petersburg: Morteinformreklama Publ.; 1993. P. 7-8. (In Russ.)
26. Муратов Р.М., Скопин И.И., Акатов В.С., Лежнев Э.И., Терехин В.Н., Зайцев В.В., Бритиков Д.В., Цукерман Г.И. Влияние процесса криосохранения на биохимические параметры жизнеспособности ткани клапанного аллографта. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 1997;(52):52. Muratov R.M., Skopin I.I., Akatov V.S., Lezhnev E.I., Terekhin V.N., Zaitsev V.V., Britikov D.V., Tsukerman G.I. Influence of the cryopreservation process on the biochemical parameters of tissue viability of the valve allograft. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1997;(52):52. (In Russ.)
27. Цукерман Г.И., Подзолков В.П., Скопин И.И., Зеленикин М.А., Ильин В.Н., Муратов Р.М., Костава В.Т., Зайцев В.В., Бритиков Д.В., Кокшенев И.В., Барчуков А.Ю., Трусов И.П. Криосохраненные аллогенные клапаносодержащие кондуиты для коррекции врожденных и приобретенных пороков сердца. *Вторая ежегодная сессия Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с Всероссийской конференцией молодых ученых*. М.: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева, 1998. С. 21. Tsukerman G.I., Podzolkov V.P., Skopin I.I., Zelenikin M.A., Ilin V.N., Muratov R.M., Kostava V.T., Zaitsev V.V., Britikov D.V., Kokshenev I.V., Barchukov A.Yu., Trusov I.P. Cryopreserved allogeneic valve-containing conduits for the correction of congenital and acquired heart defects. *The second annual session of the A.N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery with the All-Russian Conference of Young Scientists*. Moscow: A.N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery Publ.; 1998. P. 21. (In Russ.)
28. Скопин И.И., Муратов Р.М., Шамсиев Г.А., Камбаров С.Ю., Зайцев В.В., Сазоненков М.А. Криосохраненные митральные аллографты в хирургическом лечении активного инфекционного эндокардита трикуспидального клапана. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 1998;(5):33-38. Skopin I.I., Muratov R.M., Shamsiev G.A., Kambarov S.Yu., Zaitsev V.V., Sazonenkov M.A. Cryopreserved mitral allografts in the surgical treatment of active infective endocarditis of the tricuspid valve. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1998;(5):33-38. (In Russ.)
29. Скопин И.И., Муратов Р.М., Шамсиев Г.А., Камбаров С.Ю., Сазоненков М.А. Использование криосохраненных митральных аллографтов в хирургическом лечении активного инфекционного эндокардита трикуспидального клапана. *Четвертый Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов: тезисы докладов и сообщений*. М.: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева, 1998. С. 41. Skopin I.I., Muratov R.M., Shamsiev G.A., Kambarov S.Yu., Sazonenkov M.A. The use of cryopreserved mitral allografts in the surgical treatment of active infective endocarditis of the tricuspid valve. *Fourth All-Russian Congress of Cardiovascular Surgeons: abstracts of reports and communications*. Moscow: A.N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery Publ.; 1998. P. 41. (In Russ.)
30. Flameng W., Daenen W., Jashari R., Herijgers P., Meuris B. Durability of homografts used to treat complex aortic valve endocarditis. *Ann Thorac Surg*. 2015;99(4):1234-1238. PMID: 25661581. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.11.002>
31. Solari S., Mastrobuoni S., De Kerchove L., Navarra E., Astarci P., Noirhomme P., Poncelet A., Jashari R., Rubay J., El Khoury G.

- Over 20 years experience with aortic homograft in aortic valve replacement during acute infective endocarditis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;50(6):1158-1164. PMID: 27229671. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw175>
32. Revuelta J.M., Bernal J.M., Rabasa J.M. Transvalvular technique for implantation of a mitral valve homograft. *J Thorac Cardiothorac Surg.* 1996;111(1):281-282. PMID: 8551781. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(96\)70431-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(96)70431-2)
 33. Bernal J.M., Rabasa J.M., Cagigas J.C., Val F., Revuelta J.M. Behavior of mitral allografts in the tricuspid position in the growing sheep model. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(5):1326-1330. PMID: 9594861. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(98\)00185-4](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(98)00185-4)
 34. Островский Ю.П., Спиридонов С.В., Муратов Р.М., Юдина О.А. *Технология изготовления и методика использования криосохраненных аллографтов в хирургии пороков аортального клапана.* Минск: Белорусская наука, 2016. 229 с. Ostrovskii Yu.P., Spiridonov S.V., Muratov R.M., Yudina O.A. *Manufacturing technology and method of using cryopreserved allografts in surgery of aortic valve diseases.* Minsk: Belorusskaya nauka Publ.; 2016. 229 p. (In Russ.)
 35. Островский Ю.П., Руммо О.О., Спиридонов С.В., Щетинко Н.Н., Одинцов В.О., Комаровский А.А., Мицкевич Э.В., Лавринюк Р.П., Черноокий О.Г., Прибыток Д.А., Дачевский В.Э. Анализ первого опыта использования мультиорганных доноров для изготовления клапанных аллографтов в Республике Беларусь. *Кардиология в Беларуси.* 2015;38(1):6-25. Ostrovsky Yu., Rummo O., Spirydonau S., Shchatsinka M., Adzintsov V., Komarovskiy A., Mitskevich E., Lavrinyuk R., Chernookoy O., Pribytok D., Dachevsky V. The analysis of first experience in multiorgan donor using for valve allografts making in Belarus. *Cardiology in Belarus.* 2015;38(1):6-25. (In Russ.)
 36. Carpentier A. Cardiac valve surgery — the “French correction”. *J Thorac Cardiothorac Surg.* 1983;86(3):323-337.
 37. Яблонский П.П., Чеботарь С., Тудораки И., Хилфикер А., Яшин С.М., Хаверих А. Тканевая инженерия атриовентрикулярного клапана: децеллюляризованная матрица на модели митрального аллографта овцы. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2015;17(1):74-85. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2015-1-74-85> lablonskii P.P., Cebotari S., Tudorache I., Hilfiker A., Yashin S.M., Haverich A. Tissue engineering of the atrioventricular valve: decellularized matrix in ovine mitral allograft model. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2015;17(1):74-85. (In Russ.) <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2015-1-74-85>
 38. Penta A., Qureshi S., Radley-Smith R., Yacoub M.H. Patient status 10 or more years after 'fresh' homograft replacement of the aortic valve. *Circulation.* 1984;70(3 Pt 2):1182-1186. PMID: 6744562.
 39. Anastasiadis K., Kambouroglou D., Spanos P. The use of valve homografts and autografts in adult cardiac surgery. *Hellenic J Cardiol.* 2004;45(1):36-41.
 40. van Kats J.P., van Tricht C., van Dijk A., van der Schans M., van den Bogaardt A., Petit P.L.C., Bogers A.J.J.C. Microbiological examination of donated human cardiac tissue in heart valve banking. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37(1):163-169. PMID: 19709896. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.07.011>
 41. Gall K., Smith S., Willmette C., Wong M., O'Brien M. Allograft heart valve sterilization: a six-year in-depth analysis of a twenty-five-year experience with low-dose antibiotics. *J Thorac Cardiothorac Surg.* 1995;110(3):680-687. PMID: 7564434. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(95\)70099-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(95)70099-4)
 42. Hunt C.J., Caffrey E.A., Large S.R. Factors affecting the yield of cardiac valve allografts from living unrelated donors. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998;13(1):71-77. PMID: 9504733. [https://doi.org/10.1016/S1016-7940\(97\)00283-2](https://doi.org/10.1016/S1016-7940(97)00283-2)
 43. Jashari R., Goffin Y., Vanderkelen A., Van Hoeck B., du Verger A., Fan Y., Holovska V., Brahy O. European homograft bank: twenty years of cardiovascular tissue banking and collaboration with transplant coordination in Europe. *Transplant Proc.* 2010;42(1):183-189. PMID: 20172310. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2009.11.022>
 44. Bodnar E., Matsuki O., Parker R., Ross D.N. Viable and nonviable aortic homografts in the subcoronary position: a comparative study. *Ann Thorac Surg.* 1989;47(6):799-805. PMID: 2757433. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(89\)90005-2](https://doi.org/10.1016/0003-4975(89)90005-2)
 45. Saito A., Motomura N. Clinical outcome of aortic root replacement with cryopreserved aortic valve allografts. In: Motomura N., editor. *Aortic Valve Surgery.* London: IntechOpen Limited; 2011. Available from: <http://www.intechopen.com/books/aortic-valve-surgery/clinical-outcome-of-aortic-root-replacement-with-cryopreserved-aortic-valve-allografts>
 46. van der Kamp A.W., Visser W.J., van Dongen J.M., Nauta J., Galjaard H. Preservation of aortic heart valves with maintenance of cell viability. *J Surg Res.* 1981;30(1):47-56. PMID: 7464102. [https://doi.org/10.1016/0022-4804\(81\)90069-x](https://doi.org/10.1016/0022-4804(81)90069-x)
 47. Bank H.L., Brockbank K.G. Basic principles of cryobiology. *J Card Surg.* 1987;2(1 Suppl):137-143. PMID: 2979966. <https://doi.org/10.1111/jocs.1987.2.1s.137>
 48. Ashwood-Smith M.J., Farrant J., editors. *Low temperature preservation in medicine and biology.* London: Pitman Medical; 1980. 323 p.
 49. Jashari R., Vanzeebroek S., Petit P., Rodriguez-Villalobos H., Zahra S., Ben Said N., Bouzet V., Mastrobuoni S. The BD BACTEC FX blood culture system with the gentlemacs dissociator is suitable for sterility testing of heart valve and vascular allografts — a validation study. *Cell Tissue Bank.* 2021;22(3):453-466. PMID: 33417135. <https://doi.org/10.1007/s10561-020-09893-6>
 50. Burkert J., Kochová P., Tonar Z., Cimrman R., Blassová T., Jashari R., Fiala R., Špatenka J. The time has come to extend the expiration limit of cryopreserved allograft heart valves. *Cell Tissue Bank.* 2021;22(2):161-184. PMID: 32583302. <https://doi.org/10.1007/s10561-020-09843-2>
 51. Спиридонов С.В., Юдина О.А., Одинцов В.О., Щетинко Н.Н., Дрык С.И., Солодкая О.И., Землянская В.И., Островский Ю.П. Исследование различных температурных режимов хранения криосохраненных аллографтов. *Медицинский журнал.* 2013;(2):110-112. Spiridonov S., Yudina O., Odincov V., Shhetinko N., Dryk S., Solodkaya O., Zemlyanskaya V., Ostrovskij Yu. The study of different temperature regimes for cryopreserved allograft storage. *Medicinskij zhurnal = Medical Journal.* 2013;(2):110-112. (In Russ.)
 52. Lange P.L., Hopkins R.A. Allograft valve banking: techniques and technology. In: Hopkins R.A., editor. *Cardiac Reconstructions with Allograft Valves.* New York: Springer; 1989. P. 37-63.
 53. Tabaku M., Jashari R., Carton H.F., Du Verger A., Van Hoeck B., Vanderkelen A. Processing of cardiovascular

- allografts: effectiveness of European Homograft Bank (EHB) antimicrobial treatment (cool decontamination protocol with low concentration of antibiotics). *Cell Tissue Bank*. 2004;5(4):261-266. PMID: 15591829. <https://doi.org/10.1007/s10561-004-1440-1>
54. Шамсиев Г.А., Муратов Р.М., Амирагов Р.И., Бабенко С.И. Отдаленный результат использования криосохраненного митрального аллогraftа в хирургическом лечении активного инфекционного эндокардита трикуспидального клапана. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2014;56(4):52-55.
Shamsiev G.A., Muratov R.M., Amiragov R.I., Babenko S.I. Long-term result of surgical treatment of tricuspid valve infective endocarditis with cryopreserved mitral homograft. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya = Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2014;56(4):52-55. (In Russ.)
 55. Wassenaar C., Wijsmuller E.G., Van Herwerden L.A., Aghai Z., Van Tricht C.L., Bos E. Cracks in cryopreserved aortic allografts and rapid thawing. *Ann Thorac Surg*. 1995;60(2 Suppl):S165-S167. PMID: 7646151. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)00264-1](https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00264-1)
 56. Couetil J.-P., Argyriadis P.G., Shafy A., Cohen A., Berrebi A.J., Loulmet D.F., Chachques J.-C., Carpentier A.F. Partial replacement of the tricuspid valve by mitral homografts in acute endocarditis. *Ann Thorac Surg*. 2002;73(6):1808-1812. PMID: 12078773. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(02\)03574-9](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(02)03574-9)
 57. Mokracek A., Canadyova J., Simunkova Z., Fiala R., Hmirak M., Sulda M., Burkert J., Tintera J., Kobyłka P., Spatenka J. One-year results from cryopreserved mitral allograft transplantation into the tricuspid position in a sheep experimental model. *Physiol Res*. 2015;64(6):831-839. PMID: 26047374. <https://doi.org/10.33549/physiolres.932943>
 58. Hvass U., Baron F., Fourchy D., Pansard Y. Mitral homografts for total tricuspid valve replacement: comparison of two techniques. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;121(3):592-594. PMID: 11241100. <https://doi.org/10.1067/mtc.2001.110678>
 59. Cachera J.P., Salvatore L., Hermant J., Herbinet B. Reconstructions plastiques de l'appareil mitral chez le chien au moyen de valves mitrales homologues conservées (rapport préliminaire) [Plastic reconstruction of the mitral apparatus in dogs by means of preserved homologous mitral valves (preliminary report)]. *Ann Chir Thorac Cardiovasc*. 1964;3:494-501. PMID: 14211524.
 60. Revuelta J.M., Cagigas J.C., Bernal J.M., Val F., Rabasa J.M., Lequerica M.A. Partial replacement of mitral valve by homograft. An experimental study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;104(5):1274-1279. PMID: 1434705.
 61. Nappi F., Spadaccio C., Chello M., Lusini M., Acar C. Long-term structural valve degeneration in cryopreserved mitral and aortic homograft: is pregnancy a factor? *World J Cardiovasc Dis*. 2014;(4):277-286. <https://doi.org/10.4236/wjcd.2014.46036>
 62. Ali M., lung B., Lansac E., Bruneval P., Acar C. Homograft replacement of the mitral valve: eight-year results. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(4):529-534. PMID: 15457153. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2003.11.076>
 63. Shrestha B.M.S., Fukushima S., Vrtik M., Chong I.H., Sparks L., Jalali H., Pohlner P.G. Partial replacement of tricuspid valve using cryopreserved homograft. *Ann Thorac Surg*. 2010;89(4):1187-1194. PMID: 20338330. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2009.12.047>
 64. Pighi M., Pilati M., Pesarini G., Mammone C., Gottin L., Luciani G.B., Castriota F., Ribichini F. Transcatheter valve-in-mitral homograft in tricuspid position: first-in-human report. *Can J Cardiol*. 2020;36(10):1690.e9-1690.e11. PMID: 32360795. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.04.027>
 65. Fassa A.-A., Himbert D., Brochet E., Labbé J.-P., Vahanian A. Transfemoral valve-in-ring implantation for a failing mitral homograft in the tricuspid position. *EuroIntervention*. 2014;10(2):269. PMID: 24952061. <https://doi.org/10.4244/EIJV10I2A43>
 66. Concha M., Aranda P.J., Casares J., Merino C., Muñoz I., Alados P., Gonzalez J.R., Romo E. Mitral homograft in the tricuspid position, aortic homograft and mitral plasty in a drug addict with multiple valve endocarditis. *J Heart Valve Dis*. 2003;12(5):659-663. PMID: 14565722.
 67. Prat A., Fabre O.H., Vincentelli A., Doisy V., Shaaban G. Ross operation and mitral homograft for aortic and tricuspid valve endocarditis. *Ann Thorac Surg*. 1998;65(5):1450-1452. PMID: 9594888. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(98\)00100-3](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(98)00100-3)
 68. Ostrovsky Y., Spiridonau S., Shchatsinka M., Shket A. Surgical treatment of infective endocarditis with aortic and tricuspid valve involvement using cryopreserved aortic and mitral valve allografts. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015;20(5):682-684. PMID: 25697982. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivv028>
 69. Mestres C.A., Miro J.M., Pare J.C., Pomar J.L. Six-year experience with cryopreserved mitral homografts in the treatment of tricuspid valve endocarditis in HIV-infected drug addicts. *J Heart Valve Dis*. 1999;8(5):575-577. PMID: 10517401.
 70. Baskett R.J.F., Nanton M.A., Warren A.E., Ross D.B. Human leukocyte antigen-DR and ABO mismatch are associated with accelerated homograft valve failure in children: implications for therapeutic interventions. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(1):232-239. PMID: 12878960. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(03\)00210-1](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(03)00210-1)
 71. Dekens E., Van Damme E., Jashari R., Van Hoeck B., François K., Bové T. Durability of pulmonary homografts for reconstruction of the right ventricular outflow tract: how relevant are donor-related factors? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;28(4):503-509. PMID: 30476047. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivy316>
 72. Hopkins R. From cadaver harvested homograft valves to tissue-engineered valve conduits. *Prog Pediatr Cardiol*. 2006;21(2):137-152. <https://doi.org/10.1016/j.ppedcard.2005.11.002>
 73. Meyns B., Jashari R., Gewillig M., Mertens L., Komárek A., Lesaffre E., Budts W., Daenen W. Factors influencing the survival of cryopreserved homografts. The second homograft performs as well as the first. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005;28(2):211-216. PMID: 15953733. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.03.041>
 74. Rajani B., Mee R.B., Ratliff N.B. Evidence for rejection of homograft cardiac valves in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998;115(1):111-117. PMID: 9451053. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(98\)70449-0](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(98)70449-0)
 75. Helder M.R.K., Stoyles N.J., Tefft B.J., Hennessy R.S., Hennessy R.R.C., Dyer R., Witt T., Simari R.D., Lerman A. Xenotigenicity of porcine decellularized valves. *J Cardiothorac Surg*. 2017;12(1):56. PMID: 28716099; PMID: PMC5514525. <https://doi.org/10.1186/s13019-017-0621-5>
 76. Hlubocký J., Mokráček A., Nováček V., Vojáček J., Burkert J., Kochová P., Klepáček J., Pepper J., Spatenka J. Mechanical

- properties of mitral allografts are not reasonably influenced by cryopreservation in sheep model. *Physiol Res*. 2011;60(3):475-482. PMID: 21401294. <https://doi.org/10.33549/physiolres.932074>
77. Cebotari S., Mertsching H., Kallenbach K., Kostin S., Repin O., Batrinac A., Kleczka C., Ciubotaru A., Haverich A. Construction of autologous human heart valves based on an acellular allograft matrix. *Circulation*. 2002;106(12 Suppl 1):I63-I68. PMID: 12354711.
 78. Alharethi R., Shaddy R.E., Doty D.B., Moore S.A., Hammond M.E.H., Dabbas B., Fuller T.C., Renlund D.G. Early failure of a tricuspid valve replacement with a mitral valve homograft in a heart transplant recipient. *J Heart Lung Transplant*. 2004;23(12):1460-1462. PMID: 15607681. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2003.10.010>
 79. Bibeovski S., Ruzmetov M., Fortuna R.S., Turrentine M.W., Brown J.W., Ohye R.G. Performance of SynerGraft decellularized pulmonary allografts compared with standard cryopreserved allografts: results from multiinstitutional data. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(3):869-874. PMID: 27788940. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.07.068>
 80. Meyer S.R., Nagendran J., Desai L.S., Rayat G.R., Churchill T.A., Anderson C.C., Rajotte R.V., Lakey J.R.T., Ross D.B. Decellularization reduces the immune response to aortic valve allografts in the rat. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;130(2):469-476. PMID: 16077415. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2005.03.021>
 81. Olivito S., Lalande S., Nappi F., Hammoudi N., D'Alessandro C., Fouret P., Acar C. Structural deterioration of the cryopreserved mitral homograft valve. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144(2):313-320.e1. PMID: 21855094. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.06.041>
 82. Wilhelmi M.H., Bara C., Kofidis T., Wilhelmi M., Pichlmaier M., Haverich A. Long-term cardiac allograft valves after heart transplant are functionally and structurally preserved, in contrast to homografts and bioprostheses. *J Heart Valve Dis*. 2006;15(6):777-782. PMID: 17152785.
 83. Cebotari S., Tudorache I., Jaekel T., Hilfiker A., Dorfman S., Ternes W., Haverich A., Lichtenberg A. Detergent decellularization of heart valves for tissue engineering: toxicological effects of residual detergents on human endothelial cells. *Artif Organs*. 2010;34(3):206-210. PMID: 20447045. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2009.00796.x>
 84. da Costa F.D.A., Costa A.C.B.A., Prestes R., Domanski A.C., Balbi E.M., Ferreira A.D.A., Lopes S.V. The early and midterm function of decellularized aortic valve allografts. *Ann Thorac Surg*. 2010;90(6):1854-1860. PMID: 21095325. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.08.022>
 85. Boethig D., Horke A., Hazekamp M., Meyns B., Rega F., Van Puyvelde J., Hübler M., Schmiady M., Ciubotaru A., Stellin G., Padalino M., Tsang V., Jashari R., Bobylev D., Tudorache I., Cebotari S., Haverich A., Sarikouch S. A European study on decellularized homografts for pulmonary valve replacement: initial results from the prospective ESPOIR Trial and ESPOIR Registry data. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019;56(3):503-509. PMID: 30879050; PMCID: PMC6735763. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezz054>
 86. Horke A., Bobylev D., Avsar M., Meyns B., Rega F., Hazekamp M., Huebler M., Schmiady M., Tzanavaros I., Cesnjevar R., Ciubotaru A., Laufer G., Zimpfer D., Jashari R., Boethig D., Cebotari S., Beerbaum P., Tudorache I., Haverich A., Sarikouch S. Paediatric aortic valve replacement using decellularized allografts. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2020;58(4):817-824. PMID: 32443152; PMCID: PMC7890932. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa119>

Mitral allografts in tricuspid valve position in modern surgery of acquired heart defects: a systematic review

Ivan I. Skopin, Mikhail S. Latyshev, Dmitry V. Britikov

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

Corresponding author: Mikhail S. Latyshev, michlaty@gmail.com

Abstract

Introduction: In severe recurrent infectious lesions in the right heart, one of the alternative options for bioprosthetics is to implant mitral allografts (donor heart valves) in the tricuspid valve position. Allografts offer numerous benefits, including a configuration that closely resembles a native valve, adaptability to high systemic pressure, absence of foreign elements that can act as entry points for infections, and antibacterial treatment without lifelong anticoagulant therapy.

Objective: To study the feasibility of using a mitral allograft in the tricuspid position based on the analysis of literature data and our own experience.

Methods: Searches were conducted in Medline (PubMed), Google Scholar, and Russian Science Citation Index databases using search queries, keywords, and logical operators. The last session was conducted on December 21, 2022. In the initial selection of aforementioned search queries, a total of 4,446 results were obtained (Google Scholar — 3,080, Medline — 1,050, Russian Science Citation Index — 316). After analyzing titles and abstracts, 4,390 studies were excluded due to the insufficient data. Of the remaining studies, 25 scientific papers were excluded due to their duplication. The final group included 31 studies.

Results: Based on a systematic literature review, the article presents aspects of the explantation, preparation, and implantation of the mitral allograft in the tricuspid position at the present stage of biotechnology development. The article highlights the main complications, rare clinical observations, and immediate and long-term postoperative results of mitral allograft implantation in the tricuspid position.

Conclusion: This technique presents an interesting solution for patients with severe structural changes in the tricuspid valve, but further research is necessary at this stage of biotechnology development.

Keywords: Allografts; Anti-Bacterial Agents; Heart Transplantation; Medline; Tissue Donors; Tricuspid Valve

Received 9 March 2023. Revised 7 September 2023. Accepted 11 September 2023.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Contribution of the authors: The authors contributed equally to this article.

ORCID

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

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

D.V. Britikov, <https://orcid.org/0000-0002-6942-6611>

Copyright: © 2023 Skopin et al.

How to cite: Skopin I.I., Latyshev M.S., Britikov D.V. Mitral allografts in tricuspid valve position in modern surgery of acquired heart defects: a systematic review. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2023;27(4):7-24 (In Russ.) <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2023-4-7-24>

