

# ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ КЛАПАННОГО АОРТАЛЬНОГО СТЕНОЗА В СОЧЕТАНИИ С УЗКИМ КОРНЕМ АОРТЫ. МЕСТО ЗАДНЕЙ АОРТОПЛАСТИКИ У ВЗРОСЛЫХ. ОБЗОР ПОТРЕБНОСТИ В ЭТОЙ ОПЕРАЦИИ, ТЕХНИК ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И НАШЕГО ОПЫТА

© Сазоненков М.А.<sup>1, 2</sup>, Татаринцев А.М.<sup>1, 2</sup>, Исмаилов Х.Х.<sup>2</sup>, Москалев А.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа (БОКБ)

Россия, 308007, Белгородская область, г. Белгород, ул. Некрасова, д. 8/9

<sup>2</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ БелГУ)

Россия, 308015, Белгородская область, г. Белгород, ул. Победы, д. 85

**Цель** – описать современное состояние проблемы хирургического расширения корня аорты при протезировании аортального клапана. Замена аортального клапана – радикальная операция, направленная на уменьшение клиники хронической сердечной недостаточности, снижение перегрузки левого желудочка, регресс его гипертрофии.

**Материалы и методы.** Изучены последние данные литературы о месте хирургического расширения корня аорты в проблеме лечения аортального стеноза. Приведен собственный опыт данных операций при имплантации механических и биологических протезов в аортальную позицию в практике кардиохирургического отделения Белгородской областной клинической больницы.

**Результаты.** Мы провели обзор литературы и наш опыт хирургического ведения ситуаций узкого корня аорты для выявления частоты протез-пациент несоответствия (ППН) и необходимости дополнительной хирургической процедуры задней аортопластики для вмещения соответствующего размера протеза. Приведен опыт кардиохирургического отделения БОКБ за период 01.01.2015-30.04.2023 гг. по протезированию аортального клапана при малом размере аортального кольца (17-20 мм). Материал исследования составили 303 пациента. Как протез-пациент несоответствие мы определили все случаи выполнения задней аортопластики с имплантацией должного размера аортального протеза. По данным современных исследований частота протез-пациент несоответствия при протезировании аортального клапана без пластики корня аорты составляет 11-33%. Частота выполнения операции задней аортопластики у взрослых составляет по данным разных авторов 5-40%. Наш опыт показал, что ситуация ППН, потребовавшая пластики аорты, встретилась в 14,8% случаев имплантации каркасных биологических протезов, в 17,3% случаев имплантации механических двухстворчатых протезов. В целом в среднем пластика аорты была выполнена в 15,8% случаев. Протез-пациент несоответствие при протезировании аортального клапана встречается с относительно постоянной частотой. Задняя аортопластика позволяет имплантировать расчетный размер протеза и избежать этой проблемы.

**Заключение.** Операция расширения заплаты корня аорты для вмещения должного размера протеза в аортальную позицию требуется в 15-30% случаев пациентов с узким аортальным кольцом.

**Ключевые слова:** протезирование; аортальный клапан; сердце; протез-пациент несоответствие.

**Сазоненков Максим Александрович** – д-р мед. наук, профессор, сердечно-сосудистый хирург, БОКБ, г. Белгород. ORCID iD: 0000-0003-1989-7842. E-mail: sazonenkov@mail.ru

**Татаринцев Андрей Михайлович** – аспирант, хирург, БОКБ, г. Белгород. ORCID iD: 0000-0002-5396-5784. E-mail: tatam-72@mail.ru (автор, ответственный за переписку)

**Исмаилов Хушбахтджон Хасанович** – аспирант кафедры госпитальной хирургии, НИУ БелГУ, г. Белгород. ORCID iD: 0000-0003-4335-5365. E-mail: khushbakht2018@mail.ru

**Москалев Андрей Сергеевич** – студент, НИУ БелГУ, г. Белгород. ORCID iD: 0000-0002-0348-1503. E-mail: andmos31@yandex.ru

Естественное течение аортального стеноза неблагоприятное. Средняя продолжительность жизни симптомного пациента  $23 \pm 5$  мес., а пятилетняя выживаемость только 18%. Протезирование аортального клапана рекомендуется тяжелым симптомным пациентам (класс 1) или асимптомным пациентам (класс 2 В) для увеличения ожидаемой продолжительности жизни. Основная цель протезирования аортального клапана (ПАК) – это устранение обструкции выводного тракта левого желудочка и уменьшение его перегрузки давлением, что улучшит выживаемость.

История протезирования аортального клапана (АК) началась с 1957 года, когда А. Старр из Колумбийского университета и инженер Л. Эд-

вардс создали первый коммерческий механический клапан «Starr-Edwards» с долгой историей успешных протезирований [1]. Впоследствии D.N. Ross в июле 1962 г. [2] успешно имплантировал трупный аортальный клапан, а в 1967 году произвел трансплантацию аутологичного легочного клапана в позицию аортального клапана [3], с чего и началась тема биопротезирования АК. С точки зрения практики все доступные биологические клапаны сердца разделяются на две группы: бескаркасные и каркасные. К бескаркасным биопротезам относятся аутографты, аллографты, ксеноаортальные клапаны (произведенные из полных свиных корней аорты или из их составных элементов). Ксеноклапаны –

это свиные корни аорты или створки и листки бычьего перикарда, помещенные на каркас.

В общем, можно сказать, что все протезы для аортальной позиции исходно нефизиологичны в сравнении с естественными клапанами. Протезы аортального клапана за счет наличия пришивной манжеты или собственных тканей биоклапанов, за которые производится подшивание, имеют меньшее проходное отверстие, чем исходное аортальное кольцо, которое к тому же может быть врожденно гипоплазированным и узким для вмещения требуемого размера клапана. Имплантируемый искусственный клапан за счет достаточного эффективного проходного отверстия должен иметь низкое сопротивление току крови, снижающее нагрузку на миокард, улучшающее систолическую и диастолическую функции миокарда, уменьшающее массу миокарда, риски жизнеугрожающих аритмий.

Для механических протезов 23-го и большего размеров (диаметр посадочной манжеты) эффективная площадь отверстия протеза (ЭПО) достаточна практически для любой величины площади поверхности тела (ППТ) пациента. У протезов 21 и меньших размеров ЭПО протеза может быть недостаточна для пациента с ППТ (которая определяет метаболические потребности и величину ударного объема сердца) более  $2,1 \text{ м}^2$ . Для каркасных и бескаркасных биологических клапанов проблема номеров протезов также имеет важное практическое значение. Из биопротезов АК при одинаковом номере посадочного размера бескаркасные обладают большей эффективной площадью отверстия, однако техника их имплантации более сложна, подходит не для всех видов поражения аортального клапана, и поэтому они применяются значительно реже. Каркасные протезы из-за особенностей конструкции имеют ту или иную степень уменьшения эффективной площади отверстия клапана на уровне свободных краев раскрывающихся створок по сравнению с их ЭПО клапана на уровне входного протезного кольца. В старых моделях каркасных биопротезов эффективная площадь отверстия на уровне краев створок могла составлять всего 41% от ЭПО на уровне входного кольца протеза. О биопротезах важно сказать, что после их выделения, пришивания и химической обработки они практически обескелочены и тем самым лишены возможности репарации коллагена и эластина тканей створок. Поэтому их долговечность, а именно устойчивость к тканевой дегенерации в значительной степени зависит от механической нагрузки. Известно, что величина механической нагрузки, действующей на створки биопротеза, зависит от скорости систолического кровотока, с которой ударный объем крови проходит

через открытый клапан, которая, в свою очередь, зависит от эффективной площади отверстия протеза и ее достаточности конкретному пациенту. Имеется в виду площадь поверхности тела пациента, которая определяет объем циркулирующей крови и величину ударного объема левого желудочка. Соответственно, способом снижения дегенерации протеза, находящимся в руках хирурга, является имплантация биопротеза как можно большего размера [4, 5]. Совершенно понятно, что чем меньше размер имплантированного протеза, тем хуже у него соотношение между ЭПО и ППТ пациента. Что неизбежно приводит к более высоким скоростям кровотока внутри клапана и выявляется высоким измеряемым эхокардиографическим перепадом давления между полостью левого желудочка и восходящей аортой. Таким образом, проблема несоответствующего размера клапана присуща и механическим, и биологическим протезам, но более остро она проявляется у каркасных биоклапанов. Известно, что недостаточная величина ЭПО имплантированного протеза приводит к длительному и неполному регрессу гипертрофии левого желудочка и сохранению его диастолической дисфункции [6, 7].

В последние годы в кардиохирургической практике драматически снизилась доля механических протезов в аортальной позиции в пользу биоклапанов, чья доля возросла с 50% до 80% [8]. Последние изменения в рекомендациях American Heart Association (2017) понизили возрастной коридор пациентов, которым приемлема имплантация биопротеза до 50-70 лет. Рекомендация и выбор биопротеза в этой возрастной группе считаются оправданным и со стороны пациента, и со стороны кардиолога [9]. По новейшим данным литературы набирает силу подход применения биопротезов в аортальной позиции в более молодом возрасте. Что в том числе объясняется развитием и все более широким применением процедуры чрескожной трансаортальной имплантации каркасных биопротезов в аортальную позицию [10, 11].

Главное преимущество биопротезов – в избегании пожизненной антикоагуляции, что снижает общий риск геморрагических и тромбоэмболических осложнений. Слабость биопротезов в их структурной дегенерации, особенно выраженной у молодых пациентов, которым может потребоваться несколько репротезирования клапана. Кроме того, установлено, что скорость и частота дегенерации биопротезов тесно связаны с еще одним фактором, а именно с размером имплантированного клапана. Чем он больше, тем менее выражен процесс дегенерации [12]. С появлением техники трансаортальной

ного протезирования АК возникла возможность чрескожной повторной имплантации биопротезов методом клапан-в-клапан. Однако долговременность репротезированных клапанов зависит от их размера. В данном случае возможным к имплантации будет только тот размер, который вместится в ранее вшитый клапан. Что резко повышает риск возникновения ситуации недостаточного проходного отверстия (протез-пациент несоответствия) у нового клапана [13, 14].

Хирургическое расширение корня аорты позволяет произвести имплантацию большего размера протеза, избегая таким образом протез-пациент несоответствия, и повысить долговременность первично установленного биопротеза. Более того, расширение корня дает выгоду пациентам, которые в будущем подвергнутся трансаортальной реимплантации нового клапана по методике протез-в-протез потому, что позволит чрескожно установить протез большего диаметра. Растущий опыт применения операции чрескожного репротезирования АК по методике клапан-в-клапан возобновил интерес кардиохирургического сообщества к пересмыслению значения пластики корня аорты при протезировании АК. Так, результаты реимплантации протез-в-протез оказались плохими у пациентов с исходно имплантированными биоклапанами 21-го и меньших размеров [14]. Причина – в неизбежной реимплантации внутрь ранее установленного клапана протеза еще меньшего размера, который будет иметь еще меньшую эффективную площадь отверстия и поэтому будет иметь высокие перепады давления и низкую гемодинамическую эффективность [15].

Однако, несмотря на эти преимущества и современные тенденции в протезировании аортального клапана, хирургическая пластика корня аорты на данный момент не является общепринятой операцией, более вероятно, из-за боязни хирургических осложнений. Хотя разной величины серии операций из отдельных центров и мультицентровые исследования представили приемлемые результаты свободы от всех видов хирургических осложнений при применении этой операции при протезировании АК.

Цель – описать современное состояние проблемы хирургического расширения корня аорты при протезировании аортального клапана. Замена аортального клапана – радикальная операция, направленная на уменьшение клиники хронической сердечной недостаточности, снижение перегрузки левого желудочка, регресс его гипертрофии и тем самым на увеличение качества и продолжительности жизни пациента. Для наибольшего успеха операции замена должна

производиться соответствующим размером клапана, подходящим конкретному пациенту.

#### *Определение проблемы протез-пациент несоответствия*

В кардиохирургической литературе выбор нужного диаметра протеза входит в две темы: «протез-пациент несоответствие» и «узкий корень аорты». У конкретного пациента, во-первых, может иметь место собственно гипоплазированный корень аорты с малыми диаметрами аортального кольца и синусов Вальсальвы. И, во-вторых, площадь поверхности тела пациента, рассчитываемая исходя из его роста и веса, на момент операции может быть сильно больше идеального роста-веса соотношения. Что потребует имплантации большего размера клапана [16].

Проблема узкого корня аорты имеет два анатомических субстрата. Корень может быть сужен (недостаточен пациенту): 1) на уровне аортального кольца; 2) на уровне синусов Вальсальвы; 3) на обоих уровнях одновременно (рис. 1, 2). При первом и третьем вариантах узкого корня аорты проблема решается вертикальным рассечением корня, митрально-аортального контакта, передней створки митрального клапана с пластикой разреза расширяющей заплатой. Линии рассечения корня по трем наиболее часто применяемым способам у взрослых показаны на рис. 2. Это способы Manouguian S. 1979, Rittenhouse E.A. 1979, Nicks R. 1970. [17–19].

При втором варианте узкого корня аорты (сужение на уровне синусов Вальсальвы) хирургическая ситуация выглядит несколько иначе. Практична «клюшкообразная» косопоперечная аортотомия с продолжением в некоронарный синус. После посадки достаточного размера клапана тем или иным способом решается вопрос о необходимости и/или вшивании в разрез синуса Вальсальвы расширяющей заплаты.

Для стандартизации проблемы протез-пациент соответствия принята шкала Rashimtoola, основанная на отношении эффективной площади отверстия протеза к площади поверхности тела (ЭПО/ППТ или индекс iЭПО). Где эффективная площадь отверстия (ЭПО) – это указанная производителем минимальная площадь внутреннего просвета клапана. А площадь поверхности тела (ППТ) – величина, рассчитываемая исходя из роста (м) и веса (кг) пациента по формуле [16]:

$$\text{ППТ (м}^2\text{)} = 0.20247 \times \text{рост (м)}^{0.725} \times \text{вес (кг)}^{0.425}.$$

Если индекс ЭПО/ППТ (отношение эффективной площади отверстия клапана к площади поверхности тела пациента) более  $0,85 \text{ см}^2/\text{м}^2$ , то имплантирован оптимальный размер клапана. При индексе ЭПО/ППТ  $0,65\text{--}0,85 \text{ см}^2/\text{м}^2$  имеет место умеренная степень несоответствия протез-пациент. При индексе ЭПО/ППТ (iEOA)

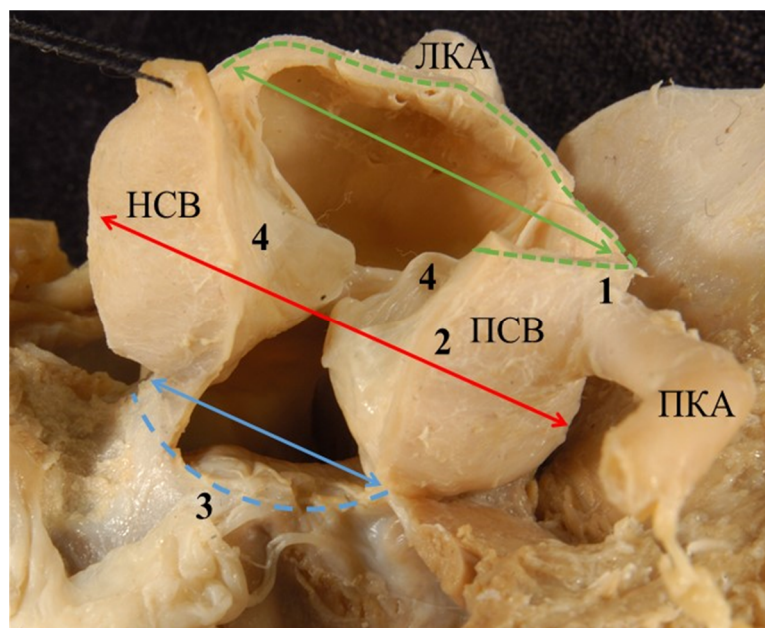


Рис. 1. Нормальный корень аорты. Проксимальный отдел восходящей аорты, заключенный между аортальным кольцом и синотубулярным соединением.

Fig. 1. Normal aortic root. Proximal ascending aorta enclosed between the aortic annulus and the sino-tubular junction.

*Примечание:* ЛКА – левая коронарная артерия; ПКА – правая коронарная артерия; НСВ – некоронарный синус Вальсальвы; ПСВ – правый синус Вальсальвы; 1 – синотубулярное соединение и диаметр корня аорты на его уровне; 2 – диаметр корня аорты на уровне синусов Вальсальвы; 3 – аортальное кольцо и диаметр корня аорты на его уровне; 4 – некоронарная и правая коронарная створки АК.

*Note:* LCA – left coronary artery; RCA – Right coronary artery; NSV – non-coronary sinus of Valsalva; PSV – Right sinus of Valsalva; 1 – sinotubular junction and aortic root diameter at its level; 2 – diameter of the aortic root at the level of the sinuses of Valsalva; 3 – aortic ring and aortic root diameter at its level; 4 – Non-coronary and right coronary cusps of the AC.

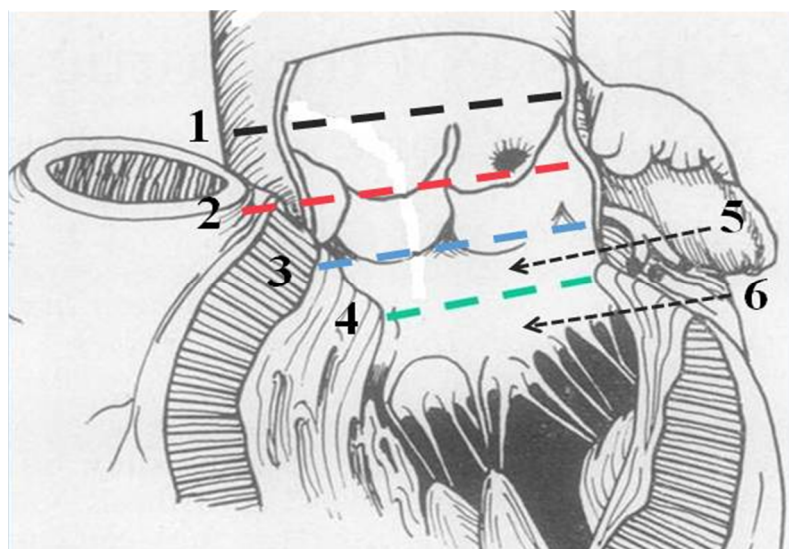


Рис. 2. Диаметры корня аорты.

Fig. 2. Aortic root diameters.

*Примечание:* 1 – диаметр корня аорты на уровне синотубулярного соединения; 2 – диаметр корня аорты на уровне синусов; 3 – диаметр корня аорты на уровне аортального кольца; 4 – фиброзное кольцо митрального клапана; 5 – митрально-аортальная; 6 – передняя створка митрального клапана.

*Note:* 1 – diameter of the aortic root at the level of the sinotubular junction; 2 – aortic root diameter at the level of the sinuses of Valsalva; 3 – diameter of the aortic root at the level of the aortic ring; 4 – Fibrous ring of the mitral valve; 5 – Mitral-aortic membrane; 6 – Anterior leaflet of the mitral valve.

менее  $0,65 \text{ см}^2/\text{м}^2$  – имеет место выраженное состояние несоответствия протез-пациент. В клинической практике дооперационной и интраоперационной оценки у хирурга возникают два вопроса 1) Достаточна ли будет имплантация протеза малого размера для регресса клиники аортального стеноза и морфологических изменений миокарда? 2) Следует ли (возможно ли в конкретной патологической ситуации) производить расширение заплатой корня аорты с целью имплантации большего размера клапана? [20-22].

#### *Потребность в задней аортопластике у взрослых*

В последнее время практика показала, что выполненная по показаниям, она дает прекрасные клинические результаты [23]. Обширные выборки пациентов показали, что риск процедуры расширения аорты при использовании любых методик (кровотечение, несостоятельность швов заплат, летальность) не превышает хирургические риски изолированного протезирования аортального клапана [24, 25].

Вторая проблема протезирования аортального клапана — это полная послеоперационная АВ-блокада, требующая имплантации искусственного водителя ритма [26]. Показано, что частота АВ-блокад составляет 2,9% на 2600 операций, и она приводит к снижению отдаленной выживаемости пациентов после имплантации ЭКС. Для операции ПАК с пластикой корня аорты, это осложнение присуще в никак не большей степени, так как разрезы и шитье заплат происходят в зоне, далекой от расположения проводящих путей. Процент имплантации постоянного ЭКС приблизительно постоянен и одинаков у всех авторов и определяется глубиной перехода кальциноза на окружающие структуры. Что приводит к необходимости обширной декальцинации и наложению после нее глубоких швов.

Подтверждают безопасность этой зоны и результаты обзора и мета-анализа Salmasi M.Y., 2019 [27], где он сравнивал результаты операций David T.E. и Bentall De Bono [28]. И оказывается, что многолетние мультицентровые исследования выявили даже несколько меньшее число полных А-В блокад при реконструкциях корня аорты при операции David T.E., в которой глубокие швы накладываются на всю окружность аортального кольца и выводного тракта левого желудочка, но не имеющих при аневризматической этиологии аортального порока кальциноза корня аорты.

Исследования влияния протез-пациент несоответствия на летальность и осложнения многочисленны и все еще продолжаются. В более ранних отдельные авторы сделали вывод о том, что ППН не имеет или имеет небольшое влияние на большинство пациентов [29, 30].

Также высказывалась мысль о том, что протез-пациент несоответствие нечасто встречается и им можно пренебречь в группе возрастных пациентов [20].

Более поздние исследования, наоборот, показали отрицательное значение ППН на результаты аортального протезирования в отдаленном периоде [6]. В крупном мета-анализе были проанализированы результаты 58 исследований, суммарно включавших 39568 пациентов с ПАК и 813 пациентов с трансаортальной чрескожной имплантацией аортального биопротеза (TAVI). Авторы получили результаты, свидетельствовавшие о том, что умеренная и тяжелая степени ППН связаны со снижением выживаемости в отдаленном периоде [31]. Материал обзорной статьи с включением собственного опыта автора показал, что тяжелая степень ППН встречается в 2-20% случаев изолированного протезированного АК. В отдаленном периоде оно связано с 1,5-2,0-кратным ростом риска смертности и развития сердечной недостаточности [16]. Исследовалась взаимосвязь протез-пациент несоответствия и отдаленной выживаемости. Было предпринято исследование базы данных взрослых пациентов Канадского общества торакальных хирургов (The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database) за период 2001-2014 годы. Выбирались пациенты с изолированным протезированием аортального клапана старше 65 лет. Всего было 59,779 пациентов. Отдаленная выживаемость к 10 годам значительно отличалась в группах отсутствия ППН, умеренной и тяжелой степеней ППН и составила: 46%, 43%, и 35% [32].

В отдельном хирургическом исследовании было показано, что регресс миокарда ЛЖ после протезирования АК положительно коррелировал с отсутствием ППН, уменьшением среднего градиента на протезе и с индексом эффективного отверстия протеза более 0,8. Индекс ППН менее 0,75 было предложено считать критическим критерием для клинически значимого протез-пациент несоответствия [33].

Частота выявления протез-пациент несоответствия и разных его степеней также находится под пристальным вниманием хирургов. В работе Aitaliyev S, 2022 после 150 случаев протезирования АК каркасными биопротезами расчетная величина индекса эффективной площади отверстия протеза выявила умеренную дисфункцию у 16 (10,6%) пациентов. В группе умеренной дисфункции пиковый и средний градиенты на протезах вдвое превышали градиенты в группе без дисфункции. При этом тяжелое ППН отсутствовало [34].

Однако последующие работы с вовлечением большего количества пациентов выявили значительно более частую частоту ППН при изоли-

рованном протезировании АК. По результатам работы Bahlmann и соавторов частота ППН достигала 33% и статистически достоверно связана с низким ростом, женским полом и азиатской популяцией [35]. В обзорной статье с включением собственного опыта авторы обнаружили, что тяжелая степень ППН встречается в 2-20% случаев изолированного ПАК в зависимости от размера имплантированных протезов [16]. Отдельное хирургическое исследование, в котором использовались каркасные перикардальные биопротезы Carpentier-Edwards Perimount, выявило: отсутствие ППН в 32%, умеренное ППН в 57%, тяжелое ППН в 11% случаев [33]. У других авторов частота умеренного протез-пациент несоответствия колебалась между 27,9% и 71% у пациентов с изолированным протезированием АК [36]. Мультицентровый обзор показал, что тяжелое протез-пациент несоответствие находится в пределах 11% и 22,8% [32]. Другое мультицентровое исследование также подтвердило актуальность проблемы ППН. По его данным в отдаленном периоде в 35% ( $n = 21,053$ ) случаев ППН отсутствовало, в 54% ( $n = 32,243$ ) имелось умеренное ППН, и в 11% ( $n = 6,483$ ) имелось тяжелое ППН.

Существует консенсус о том, что проблема протез-пациент несоответствия и необходимости аортопластики более актуальна для биопротезов, в частности каркасных из-за усиленной дегенерации при несоответствии их размера [5]. Острота проблемы может быть уменьшена при использовании современных бесшовных биопротезов, а также при совершенствовании процедуры чрескожной трансаортальной имплантации биопротезов (TAVI) [36]. Однако не при всех вариантах распространения кальциноза аортального кольца на окружающие структуры возможна фиксация бесшовного протеза. Кроме того, объективен вопрос стоимости, обучения и доступности такого клапана.

Задняя аортопластика логично требуется во всех случаях тяжелого ППН и в значительной части случаев умеренного ППН. Исследовался опыт одного института за период 2010-2020 годы. Сравнивались пациенты с пластикой корня аорты и без нее. 2240 (94,5%) изолированных протезирований АК, 131 (5,5%) протезирование с пластикой корня аорты. В группе пластики были преимущественно женщины со средним размером протеза 23 мм. В группе протезирования средний размер протеза был 25 мм. При этом индекс площади проходного отверстия статистически не отличался. В общем, в определенном проценте операций ПАК пластика должна выполняться, при этом нет разницы в числе осложнений. Расширение корня аорты не является рискованной процедурой и может быть рекомендовано широкой группе пациентов [37]. В мета-анализе, включавшем 13 исследований и 40447 пациентов, 4686 пациентов имели заднюю аортопластику, которая в среднем составила 11,6%

случаев, колеблясь от 4,1% до 28,1% в зависимости от размеров имплантированных протезов [38]. В еще одном мультицентровом исследовании оценивались каркасные биопротезы и механические клапаны. Из 7039 случаев ПАК задняя аортопластика была выполнена в 1854 случаях, составив 26,3% случаев [24]. В другом обширном исследовании, включавшем 9 изолированных исследований, было получено, что изолированное ПАК было выполнено 5991 пациенту, в то время как операции ПАК + пластика корня были проведены 2570 пациентам, составив до 42% в отдельных размерах протезного ряда [39].

Таким образом, в последние два десятилетия в мировой практике происходит рост количества и частоты применения тех или иных методов задней аортопластики при протезировании АК у взрослых. Так, по результатам исследования Fallon J.M. et al. благодаря ее применению частота тяжелого ППН за период 2004-2014 гг. снизилась с 13,8% до 6,2% [32]. Мультицентровое исследование (Канада) рассмотрено 16,000 пациентов в период 2008-2017 гг. Получилось всего 6800 пациентов, из которых 520 перенесли процедуру расширения аорты. В среднем пластика корня была выполнена 8% пациентов. При рассмотрении этой процедуры в течение 10-летнего промежутка времени оказалось, что частота ее выполнения возросла с 6% до 10-12% [40].

#### *Хирургические методы задней аортопластики*

Задняя аортопластика заключается в вертикальном рассечении следующих структур: задней стенки аорты (корня аорты), фиброзного кольца аортального клапана (ФК АК), митрально-аортальной мембраны (являющейся задней стенкой выводного тракта левого желудочка, ВТЛДЖ) (рис. 3). В дальнейшем вшивании в произведенный разрез заплаты, расширяющей диаметр корня аорты. Производится увеличение диаметров корня аорты на уровнях: синусов Вальсальвы, аортального кольца и выводного тракта левого желудочка, что позволяют вместить больший (требуемый) для конкретного пациента размер протеза аортального клапана.

Прежде, чем описать набор методов обязательно стоит привести варианты анатомии выводного тракта левого желудочка. Имеется в виду взаиморасположение митрального и аортального клапанов, которое бывает 4 типов. Некоторые из описанных методов близки. Существование их в практике может быть объяснено наличием нескольких вариантов анатомии выводного тракта левого желудочка. Имеется в виду расположение митрально-аортальной мембраны относительно некоронарной и левой коронарной створок аортального клапана [41].



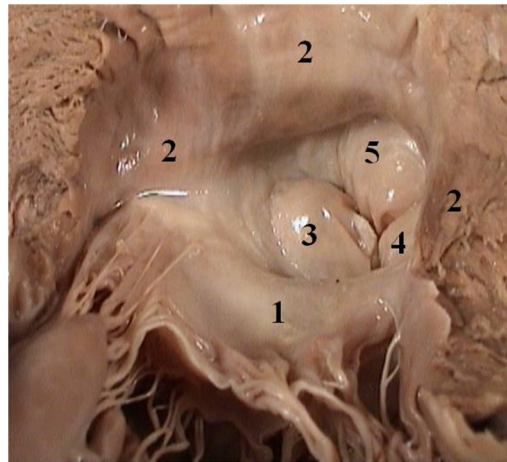


Рис. 3. Выводной тракт левого желудочка. Вид из полости левого желудочка.

Fig. 3. The outflow tract of the left ventricle. View from the cavity of the left ventricle.

Примечание: 1 – передняя створка митрального клапана; 2 – межжелудочковая перегородка; 3 – некоронарная створка; 4 – левая коронарная створка; 5 – правая коронарная створка.

Note: 1 – Anterior leaflet of the mitral valve; 2 – Interventricular septum; 3 – Non-coronary leaflet; 4 – Left coronary leaflet; 5 – Right coronary leaflet.

Центральная ось передней митральной створки, проходящая через ее тело и митрально-аортальную мембрану, может приходиться на разные участки НКС и ЛКС аортального клапана. В анатомическом исследовании Goog D. и соавторов из 45 препаратов были описаны 4 типа расположения передней митральной створки относительно ЛКС и НКС аортального клапана. Тип А составил 4,4%, тип Б – 60%, тип В – 28,9%, тип Г – 6,7%. Иными словами, передняя митральная створка по горизонтали может смещаться относительно комиссуры между некоронарной и левой коронарной створками. В результате чего рассечение аортального кольца, продолженное на центр митрально-аортальной мембраны, может пересекать как основание НКС, так и основание ЛКС, а также иметь как вертикальный, так и очень наклонный ход (рис. 4). Также из-за этого наличия вариантов анатомии авторы могли описывать под разными методиками по сути одно и то же действие.

Операции расширения корня аорты можно разделить на две части: безрезекционные и резекционные. Безрезекционные методы заключаются в рассечении корня аорты, митрально-аортальной мембраны (задней стенки выводного тракта левого желудочка), возможно, в продолжении рассечения на переднюю створку митрального клапана и во вшивании в разрез клиновидной заплаты. В резекционных способах после разреза названных структур производится иссечение участка митрально-аортальной мембраны с последующим вшиванием широкой заплаты, которая по ширине значительно больше иссекаемого участка мембраны.

У взрослых пациентов расширение корня аорты производят преимущественно путем зад-

ней аортопластики. Наиболее употребительными являются три следующие методики, в которых аортотомия переходит в разрез задней стенки некоронарного синуса (рис. 5). Наиболее часто выполняется задняя аортопластика по Nicks R. [19]. Разрез задней стенки аорты проводится вертикально через середину некоронарного синуса, пересекает фиброзное кольцо аортального клапана и направляется на митрально-аортальную фиброзную мембрану. Разрез не пересекает фиброзное кольцо митрального клапана и потому не распространяется на тело передней створки митрального клапана. Глубина разреза ниже аортального кольца выходит 3-5 мм. В созданное рассечение вшивается клиновидная заплата. Данная техника наиболее проста, однако она позволяет имплантировать протез на 1 размер больший, чем исходно измеренный диаметр аортального кольца.

Метод Blank R.H. очень похож на предыдущий. Разрез начинается как по Nicks R. с пересечением аортального фиброзного кольца через середину НКС, но потом разрез в виде буквы V изгибается и поворачивается на вершину М-А мембраны. В общем, это практически аналог, существование которого объясняется вариантами взаиморасположения аортальных створок и передней створки митрального клапана [42]. Автор сообщил о применении этого способа в случаях протезирования АК в серии из 130 протезирований АК. Также он позволяет имплантировать протез на 1 размер больший, чем интраоперационно измеренный диаметр аортального кольца.

На практике встречаются ситуации исходно очень узкого аортального кольца. Когда после иссечения аортальных створок и декальцинации

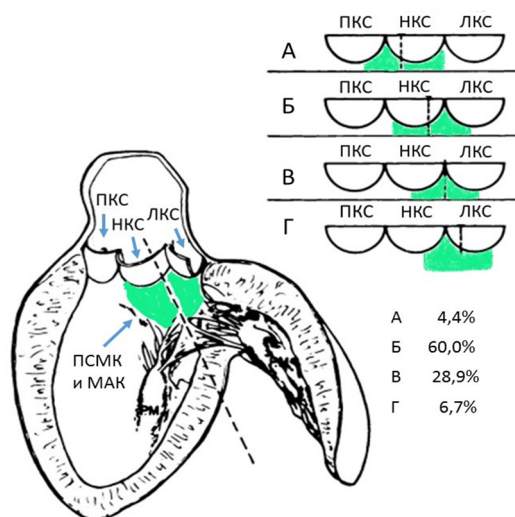


Рис. 4. Анатомия корня аорты. Взаиморасположение митрального и аортального клапанов.

Fig. 4. Anatomy of the aortic root. The position of the mitral and aortic valves.

**Примечание:** ПКС – правая коронарная створка; НКС – некоронарная створка; ЛКС – левая коронарная створка; ПСМК – передняя створка митрального клапана; МАК – митрально-аортальный контакт.

**Note:** ПКС – Right coronary leaflet; НКС – Non-coronary leaflet; ЛКС – Left coronary leaflet; ПСМК – Anterior leaflet of the mitral valve; МАК – Mitral aortic contact.

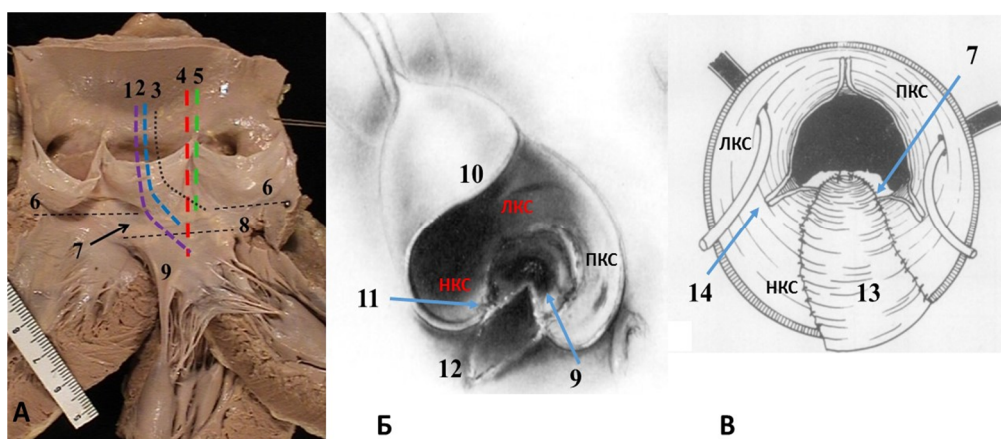


Рис. 5. Безрезекционные методы задней аортопластики.

Fig. 5. Non-resection methods of posterior aortoplasty.

**Примечание:** Контуры разрезов на препарате (А). Вид разреза по Rittenhouse E.A., 1979, сверху, после косопоперечной аортотомии (Б). Пластика разреза корня аорты и ВТЛЖ по Nicks R., 1970 расширяющей заплатой (В). Разрезы: по Rittenhouse E.A., 1979 (1), по Nicks R., 1970 (2), по Blank R.H., 1976 (3), по Manouguian S., 1979 (4), по Bortolotti U., 1992 (5). Аортальное кольцо (6). Митрально-аортальная мембрана (7). Фиброзное кольцо митрального клапана (8). Передняя створка митрального клапана (9). Косопоперечная аортотомия (10). Разрез некоронарного синуса, М-А мембраны и передней створки МК (11). Сопутствующее глубокому разрезу по Rittenhouse E.A., 1979 и по Manouguian S., 1979, рассечение крыши левого предсердия (12). Заплата, вшитая в аортотомический разрез по Nicks R., 1970 (13). Комиссура между некоронарным и левым коронарным синусами (14). Некоронарный синус (НКС). Левый коронарный синус (ЛКС). Правый коронарный синус (ПКС).

**Note:** Contours of incisions on the preparation (A). View of the incision according to Rittenhouse E.A., 1979 from above, after oblique aortotomy (B). Aortic root incision and LVOT repair according to Nicks R., 1970 with a widening patch (B). Sections: after Rittenhouse E.A., 1979 (1), after Nicks R., 1970 (2), after Blank R.H., 1976 (3), after Manouguian S., 1979 (4), after Bortolotti U., 1992 (5). Aortic ring (6). Mitral-aortic membrane (7). Fibrous annulus of the mitral valve (8). Anterior leaflet of the mitral valve (9). Oblique transverse aortotomy (10). Section of the non-coronary sinus, M-A membrane and anterior valve leaflet (11). Concomitant deep incision according to Rittenhouse E.A., 1979 and according to Manouguian S., 1979 dissection of the roof of the left atrium (12). A patch sewn into the aortotomy incision according to Nicks R., 1970 (13). Commissure between non-coronary and left coronary sinuses (14). Non-coronary sinus (NCS). Left coronary sinus (LCS). Right coronary sinus (PCS).



аортальное кольцо при измерении оказывается 17-18 мм в диаметре. При ситуации, когда будет имплантирован протез с тканевой манжетой, такое кольцо нужно расширить больше на 2 размера. Тогда применим метод Rittenhouse E.A., [18]. Первичное рассечение корня аорты производится вертикально через некоронарный синус, аортальное кольцо, митрально-аортальную мембрану как по методике Nicks R. Но далее он проводится глубже на переднюю створку митрального клапана, пересекая фиброзное кольцо МК. Измеряется диаметр расширенного аортального кольца. Ниже плоскости аортального кольца разрез может углубляться на 7-10 мм, что позволяет имплантировать протез на 2 размера больше, чем интраоперационно измеренный диаметр аортального кольца. Неизбежно вскрываемая при этом крыша левого предсердия ушивается или отдельными поперечными швами, или отдельной заплаткой.

Есть еще две безрезекционные методики аортопластики, отличающиеся иным проведением разреза. Он может начинаться по задней стенке аорты, но далее проводится по комиссуре между некоронарной и левой коронарной створками (рис. 5). В методе Bortolotti U. этот разрез останавливается в пределах митрально-аортальной мембраны [43]. Автор сообщает, что эта методика проста, воспроизводима, позволяет избежать вскрытия левого предсердия (уменьшение потенциальных мест кровотечения), установить протез не менее чем на два размера больше исходного кольца, а также применима в случаях одновременного протезирования аортального и митрального клапанов. В случае, когда заранее известно, что нужно значительное расширение аортального кольца (например, у детей), используется метод Manouguian S., Seybold-Epting W. [17]. В нем рассечение задней стенки аорты продолжается в рассечение корня аорты по комиссуре между левой коронарной и некоронарной створками, рассечении фиброзной митрально-аортальной мембраны и далее пересечении фиброзного кольца митрального клапана и продолжении рассечения на тело передней створки митрального клапана. Ниже плоскости аортального кольца разрез может углубляться на 7-10 мм. В произведенный разрез вшивается заплатка. И часто требуется дополнительная заплатка для закрытия разреза крыши левого предсердия. Метод позволяет имплантировать протез на два размера больший, чем исходный диаметр аортального кольца (рис. 5).

Описаны методы пластики с иссечением участка задней стенки корня аорты и выводного тракта левого желудочка. По методу Nunez L. производятся два параллельных вертикальных разреза. Один из них рассекает некоронарный

синус, затем некоронарную дугу фиброзного кольца аортального клапана приблизительно посередине и далее продолжается на М-А мембрану. Второй разрез рассекает левый коронарный синус, затем левую коронарную дугу фиброзного кольца аортального клапана ближе к комиссуре между некоронарной и левой коронарной створками и также потом продолжается на М-А мембрану. Расстояние между разрезами 15-22 мм. В пределах мембраны разрезы объединяются. В образованный дефект вшивается более широкий лоскут заплаты [44]. То есть в этом методе производится иссечение комиссуры между ЛКС и НКС. Второй метод описан Поповым В.В., 2011 [45]. Отличается от предыдущего только тем, что второй разрез производится через саму комиссуру между некоронарной и левой коронарной створками. Остальные этапы процедуры те же (рис. 6).

Нужно отметить, что описаны и другие методы пластики корня аорты. И они достаточны в подавляющем большинстве клинических случаев. Однако у части пациентов с необходимостью расширения корня аорты встречается экстремальный кальциноз фиброзного кольца аортального клапана с массивным переходом на окружающие структуры, в частности, на М-А мембрану, межжелудочковую перегородку. Кальциноз кроме поражения М-А мембраны может в виде монолитных гребней переходить глубже на переднюю митральную створку. В этом случае рассечение выводного тракта левого желудочка нужно проводить в другой зоне. Его можно производить, продолжая вертикальный разрез некоронарного синуса на межжелудочковую перегородку [46] или на мышечный треугольник выводного тракта левого желудочка, расположенный между (ниже) правой коронарной и некоронарной створками аортального клапана [47, 48]. Разрез при аккуратном выполнении не приводит к повреждению проводящих путей, гемостатичен, позволяет вставить протез на один размер больший, чем измеренный после декальцинации диаметр аортального кольца. Возможны и дополнительные манипуляции для вмещения оптимального размера протеза. Например, при недостаточном просвете аортального кольца даже после пластики корня аорты механические клапаны можно устанавливать с небольшим наклоном [46]. Некоронарный сектор манжеты протеза устанавливается выше левого и правого коронарных.

Также в литературе описаны методы аортопластики с вшиванием заплат в других участках выводного тракта левого желудочка. Они применяются преимущественно у детей. Так как их цель не затрагивать шовными манипуляциями митральный клапан и сохранить возможность

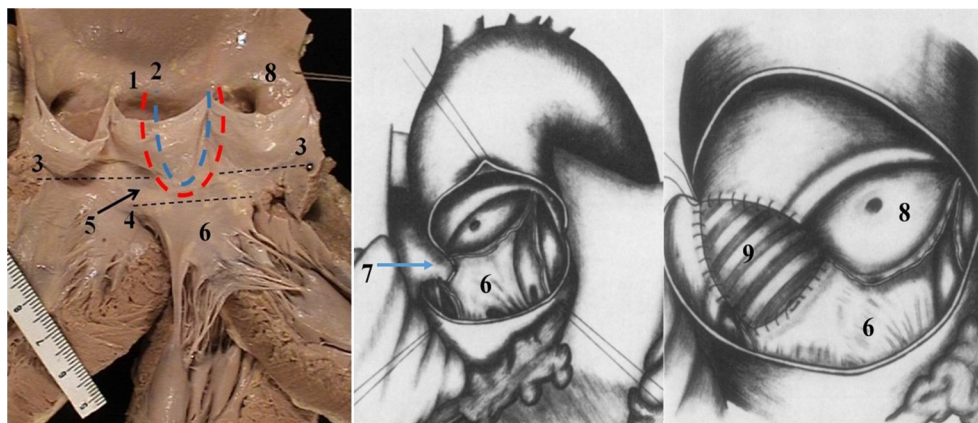


Рис. 6. Резекционные методы задней аортопластики.

Fig. 6. Resection methods of posterior aortoplasty.

**Примечание:** Иссечение задней стенки корня аорты (некоронарного синуса) и участка митрально-аортальной мембраны: по Nunez L., 1983 (1), по Попов В.В., 2011 (2). Аортальное кольцо (3). Фиброзное кольцо митрального клапана (4). Митрально-аортальная мембрана (5). Передняя створка митрального клапана (6). Участок иссечения некоронарного синуса корня аорты и митрально-аортальной мембраны по Nunez L., 1983 (7). Левый коронарный синус с устьем левой коронарной артерии (8). Вшитая заплата (9).

**Note:** Excision of the posterior wall of the aortic root (non-coronary sinus) and a section of the mitral-aortic membrane: according to Nunez L., 1983 (1), according to Popov V.V., 2011 (2). Aortic ring (3). Fibrous ring of the mitral valve (4). Mitral-aortic membrane (5). Anterior leaflet of the mitral valve (6). The site of excision of the non-coronary sinus of the aortic root and mitral-aortic membrane according to Nunez L., 1983 (7). Left coronary sinus with the mouth of the left coronary artery (8). Sewn-in patch (9).

его роста. Это методы передней аортопластики, в которых рассечение и пластику ВТЛЖ производят через разрез межжелудочковой перегородки [49] Практически ту же пластику описали Symbas P.N., 1976, и Jones E.L., 1978 [50, 51]. Дополнительная сложность этих методов в том, что доступ к межжелудочковой перегородке требует рассечения выводного тракта правого желудочка с последующей его пластикой дополнительной заплатой. Разрез проводится вертикально между правой и некоронарной створками, что несет опасность полной А-В блокады. Двумя авторами описан также метод сочетанной задней (по Nicks R.) и передней (по Конно С.) аортопластик с вшиванием заплат в два отдела выводного тракта левого желудочка [52, 53].

#### *Собственный опыт применения операции задней аортопластики*

Кардиохирургическое отделение БОКБ Святого Иоасафа в среднем в год выполняет 500 операций с ИК взрослым в год. В нашей клинике активное применение операции пластики корня аорты началось с 2015 года. За период 01.01.2015-30.04.2023 гг. было произведено 303 имплантации в аортальную позицию механических и биологических протезов 18-22 номеров. Из них задняя аортопластика потребовалась в 48 (15,8%) случаях. При этом отдельно биологических протезов было имплантировано 188, и частота задней аортопластики составила 28 (14,8%) случаев [47]. А при применении механических протезов ЗАП была выполнена из 115

операций в 20 (17,3%) случаях. Что соответствует средней частоте из приведенных в литературе исследований. Хирургические осложнения были единичными и не превысили их частоту при изолированном протезировании аортального клапана. Даже при повторных операциях репротезирования.

Проблемы узкого корня аорты, протез-пациент несоответствия являются естественной частью операции протезирования аортального клапана. Взгляд на них меняется со временем. Первые версии биопротезов имели низкий срок функции без тканевой дегенерации. Выходом стало производство механических протезов с высоким эффективным проходным отверстием и превышение доли механических протезов над биологическими при протезировании АК. Что снизило потребность в операции аортопластики. Рост продолжительности жизни населения и появление новых модификаций биопротезов привели к обратному росту применения биопротезов при протезировании. В связи с чем частота выполнения аортопластики возросла. В настоящее время совершенствование технологий и продолжающийся рост продолжительности жизни также изменяют потребность в этой операции. Доказанная более высокая долговременность больших размеров биопротезов и возможность установить достаточный размер чрескожно проводимого при повторной операции биоклапана (TAVI) вызвали необходимость увеличения частоты выполнения этой операции.

Таким образом, у взрослых пациентов в большинстве случаев для выполнения задней аортопластики достаточно методов Nicks R., Rittenhouse E.A. и Manouguian S. Что позволяет имплантировать механические и каркасные биологические протезы достаточного посадочного диаметра. Методы передней или сочетанной аортопластики применяются преимущественно детям. Операция является выгодной и желательной у значительной доли пациентов – 15-30%. Актуальность операции задней аортопластики сохраняется. Приход новых технологий и изменение взгляда на проблему предполагают, что частота задней аортопластики при протезировании аортального клапана в общей и в нашей практике возрастет.

#### СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

Настоящее исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. Исследование проводилось после подписания пациентом добровольного информированного согласия. Дизайн исследования одобрен комитетом по этике при НИУ БелГУ.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

#### ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Сазоненков М.А. – разработка концепции, планирование исследования, анализ литературы; Татаринцев А.М. – анализ и интерпретация результатов, подготовка черновика рукописи; Исмаев Х.Х. – сбор данных, анализ литературы, проверка содержания; Москалев А.С. – подготовка рукописи, анализ и интерпретация литературных данных.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Von Segesser L.K. The development of open valve surgery. *Thoracic and Cardiovascular Surgery*. From the magin mountain to rocket science. European Association for Cardio-Thoracic Surgery. 2010:178–189.
2. Ross D.N. Homograft replacement of the aortic valve. *Lancet*. 1962;2(7254):487. DOI: 10.1016/s0140-6736(62)90345-8.
3. Ross D.N. Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet*. 1967;2(7523):956–958. DOI: 10.1016/s0140-6736(67)90794-5.
4. Blasi S., Ravenni G., Celiento M., De Martino A., Milano A.D., Bortolotti U. Durability of the Mitroflow Pericardial Prosthesis: Influence of Patient-Prosthesis Mismatch and New Anticalcification Treatment. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;68(2):131–140. DOI: 10.1055/s-0038-1667201
5. Antunes M.J. Reply: Aortic root enlargement, again and again. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;161(2):e158–e159. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.10.143.
6. Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Катков А.И., Салагаев Г.И., Винокуров И.А. Влияние несоответствия диаметра протеза и площади поверхности тела пациента на отдаленные результаты протезирования аортального клапана. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2016;9(2):46–51. [Belov Yu.V., Charchyan E.R., Katkov A.I., Salagaev G.I., Vinokurov I.A. Impact of prosthesis-patient mismatch on long-term results of aortic valve replacement. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2016;9(2):46–51 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/kardio20169246-51. EDN: VTOHML.
7. Treibel T.A., Badiani S., Lloyd G., Moon J.C. Multimodality Imaging Markers of Adverse Myocardial Remodeling in Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(8 Pt 1):1532–1548. DOI: 10.1016/j.jcmg.2019.02.034.
8. Chan J., Dimagli A., Fudulu D.P., Sinha S., Narayan P., Dong T., Angelini G.D. Trend and early outcomes in isolated surgical aortic valve replacement in the United Kingdom. *Front Cardiovasc Med*. 2023;9:1077279. DOI: 10.3389/fcvm.2022.1077279.
9. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O., Carabello B.A., Erwin J.P. 3rd, Fleisher L.A., Jneid H., Mack M.J., et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2017;135(25):e1159–e1195. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000503.
10. Martin E., Dagenais F., Voisine P., Dumont E., Charbonneau E., Baillot R., Kalavrouziotis D., Mohammadi S. Surgical aortic valve replacement outcomes in the transcatheter era. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;150(6):1582–1588. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2015.08.077.
11. Silaschi M., Conradi L., Treede H., Reiter B., Schaefer U., Blankenberg S., Reichenspurner H. Trends in Surgical Aortic Valve Replacement in More Than 3,000 Consecutive Cases in the Era of Transcatheter Aortic Valve Implantations. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;64(5):382–389. DOI: 10.1055/s-0035-1564615.
12. Chhatiwalla A.K., Allen K.B., Saxon J.T., Cohen D.J., Aggarwal S., Hart A.J., Baron S.J., Dvir D., et al. Bioprosthetic Valve Fracture Improves the Hemodynamic Results of Valve-in-Valve Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Interv*. 2017;10(7):e005216. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005216.
13. Dvir D., Webb J.G., Bleiziffer S., Pasic M., Waksman R., Kodali S., Barbanti M., Latib A., et al. Transcatheter aortic valve implantation in failed bioprosthetic surgical valves. *JAMA*. 2014;312(2):162–170. DOI: 10.1001/jama.2014.7246.
14. From the American Association of Neurological Surgeons (AANS), American Society of Neuroradiology (ASNR), Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe (CIRSE), Canadian Interventional Radiology Association (CIRA), et al. Multisociety

- Consensus Quality Improvement Revised Consensus Statement for Endovascular Therapy of Acute Ischemic Stroke. *Int J Stroke*. 2018;13(6):612-632. DOI: 10.1177/1747493018778713.
15. Raschpichler M., de Waha S., Holzhey D., Schwarzer G., Flint N., Kaewkes D., Bräuchle P.T., Dvir D., et al. Valve-in-Valve Transcatheter Aortic Valve Replacement Versus Redo Surgical Aortic Valve Replacement for Failed Surgical Aortic Bioprostheses: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(24):e7965. DOI: 10.1161/JAHA.121.024848.
16. Pibarot P., Magne J., Leipsic J., Côté N., Blanke P., Thourani V.H., Hahn R. Imaging for Predicting and Assessing Prosthesis-Patient Mismatch After Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1):149-162. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.10.020.
17. Manouguian S., Seybold-Epting W. Patch enlargement of the aortic valve ring by extending the aortic incision into the anterior mitral leaflet. New operative technique. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1979;78(3):402-412.
18. Rittenhouse E.A., Sauvage L.R., Stamm S.J., Mansfield P.B., Hall D.G., Herndon P.S. Radical enlargement of the aortic root and outflow tract to allow valve replacement. *Ann Thorac Surg*. 1979;27(4):367-373. DOI: 10.1016/s0003-4975(10)63319-x.
19. Nicks R., Cartmill T., Bernstein L. Hypoplasia of the aortic root. The problem of aortic valve replacement. *Thorax*. 1970;25(3):339-346. DOI: 10.1136/thx.25.3.339.
20. Иванов В.А., Евсеев Е.П. Протезирование аортального клапана у взрослых пациентов с «узким» корнем аорты. *Хирургия. Журнал им.Н.И. Пирогова*. 2005;(10):23-33. [Ivanov V.A., Evseyev E.P. Aortic valve replacement in adult patients with a narrow aortic root. *Khirurgiya. Zhurnal im.N.I. Pirogova*. 2005;(10):23-33 (in Russ.)]. EDN: YUQSSK.
21. Бокерия, Л.А., Газал, Б. «Несоответствие протез-пациент» у больных с протезом аортального клапана. *Анналы хирургии*. 2012;(2):5-9. [Boke-riya L.A., Gazal B. "Mismatch prosthesis-patient" in patients with a prosthetic aortic valve. *Annaly khirurgii*. 2012;(2):5-9 (in Russ.)]. EDN: SCKHGL.
22. Medalion B., Blackstone E.H., Lytle B.W., White J., Arnold J.H., Cosgrove D.M. Aortic valve replacement: is valve size important? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;119(5):963-974. DOI: 10.1016/S0022-5223(00)70091-2.
23. Chen J., Lin Y., Kang B., Wang Z. Indexed effective orifice area is a significant predictor of higher mid- and long-term mortality rates following aortic valve replacement in patients with prosthesis-patient mismatch. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014;45(2):234-240. DOI: 10.1093/ejcts/ezt245.
24. Rocha R.V., Manlihot C., Feindel C.M., Yau T.M., Mueller B., David T.E., Ouzounian M. Surgical Enlargement of the Aortic Root Does Not Increase the Operative Risk of Aortic Valve Replacement. *Circulation*. 2018;137(15):1585-1594. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030525.
25. Freitas-Ferraz A.B., Tirado-Conte G., Dagenais F., Ruel M., Al-Atassi T., Dumont E., Mohammadi S., Bernier M., et al. Aortic Stenosis and Small Aortic Annulus. *Circulation*. 2019;139(23):2685-2702. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038408.
26. Mehaffey J.H., Haywood N.S., Hawkins R.B., Kern J.A., Teman N.R., Kron I.L., Yarboro L.T., Ailawadi G. Need for Permanent Pacemaker After Surgical Aortic Valve Replacement Reduces Long-Term Survival. *Ann Thorac Surg*. 2018;106(2):460-465. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.02.041.
27. Salmasi M.Y., Theodoulou I., Iyer P., Al-Zubaidy M., Naqvi D., Snober M., Oo A., Athanasiou T. Comparing outcomes between valve-sparing root replacement and the Bentall procedure in proximal aortic aneurysms: systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;29(6):911-922. DOI: 10.1093/icvts/ivz211.
28. Yang B., Patel H.J., Sorek C., Hornsby W.E., Wu X., Ward S., Thomas M., Driscoll A., et al. Sixteen-Year Experience of David and Bentall Procedures in Acute Type A Aortic Dissection. *Ann Thorac Surg*. 2018;105(3):779-784. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.09.029.
29. Tully P.J., Aty W., Rice G.D., Bennetts J.S., Knight J.L., Baker R.A. Aortic valve prosthesis-patient mismatch and long-term outcomes: 19-year single-center experience. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(3):844-850. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.04.075.
30. Dayan V., Vignolo G., Soca G., Paganini J.J., Brusich D., Pibarot P. Predictors and Outcomes of Prosthesis-Patient Mismatch After Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016;9(8):924-933. DOI: 10.1016/j.jcmg.2015.10.026.
31. Beckmann E., Martens A., Alhadi F., Hoeffler K., Umminger J., Kaufeld T., Sarikouch S., Koigeldiev N., et al. Aortic valve replacement with sutureless prosthesis: better than root enlargement to avoid patient-prosthesis mismatch? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2016;22(6):744-749. DOI: 10.1093/icvts/ivw041.
32. Fallon J.M., DeSimone J.P., Brennan J.M., O'Brien S., Thibault D.P., DiScipio A.W., Pibarot P., Jacobs J.P., et al. The Incidence and Consequence of Prosthesis-Patient Mismatch After Surgical Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2018;106(1):14-22. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.090.
33. Iqbal A., Panicker V.T., Karunakaran J. Patient prosthesis mismatch and its impact on left ventricular regression following aortic valve replacement in aortic stenosis patients. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;35(1):6-14. DOI: 10.1007/s12055-018-0706-3.
34. Aitaliyev S., Rumbinaitė E., Mėlinytė-Ankudavičė K., Nekrošius R., Keturakis V., Benetis R. Early outcomes of patient-prosthesis mismatch following aortic valve replacement. *Perfusion*. 2022;37(7):692-699. DOI: 10.1177/02676591211023286.
35. Bahlmann E., Cramariuc D., Minners J., Lønnebakken M.T., Ray S., Gohlke-Baerwolf C., Nienaber C.A., Jander N., Seifert R., et al. Small aortic root in aortic valve stenosis: clinical characteristics and prognostic implications. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(4):404-412. DOI: 10.1093/ehjci/jew159.

36. De Martino A., Milano AD, Bortolotti U. Facing the small aortic root in aortic valve replacement: Enlarge or not enlarge? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;161(2):157–158. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.09.136.
37. Yousef S., Brown J.A., Serna-Gallegos D., Navid F., Warraich N., Yoon P., Kaczorowski D., Bonatti J., et al. Impact of Aortic Root Enlargement on Patients Undergoing Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg.* 2023;115(2):396–402. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2022.05.052.
38. Sá M.P.B.O., Zhigalov K., Cavalcanti L.R.P., Escorel Neto A.C., Rayol S.C., Weymann A., Ruhparwar A., Lima R.C. Impact of Aortic Annulus Enlargement on the Outcomes of Aortic Valve Replacement: A Meta-analysis. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;33(2):316–325. DOI: 10.1053/j.semtcvs.2020.06.046.
39. Yu W., Tam D.Y., Rocha R.V., Makhdoum A., Ouzounian M., Fremes S.E. Aortic Root Enlargement Is Safe and Reduces the Incidence of Patient-Prosthesis Mismatch: A Meta-analysis of Early and Late Outcomes. *Can J Cardiol.* 2019;35(6):782–790. DOI: 10.1016/j.cjca.2019.02.004.
40. Tam D.Y., Dharma C., Rocha R.V., Ouzounian M., Wijeyesundera H.C., Austin P.C., Fremes S.E. Early and late outcomes following aortic root enlargement: A multicenter propensity score-matched cohort analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;160(4):908–919.e15. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.09.062.
41. Goor D., Lillehei C.W., Edwards J.E. The "sigmoid septum". Variation in the contour of the left ventricular outlet. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1969;107(2):366–376. DOI:10.2214/ajr.107.2.366.
42. Blank R.H., Pupello D.F., Bessone L.N., Harrison E.E., Sbar S. Method of managing the small aortic annulus during valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 1976;22(4):356–361. DOI: 10.1016/s0003-4975(10)64967-3.
43. Bortolotti U., Mossuto E., Maraglino G., Sturaro M., Milano A., Livi U., Stellin G., Mazzucco A. Annular enlargement during aortic valve replacement: preliminary results with a simplified technique. *J Card Surg.* 1992;7(3):235–239. DOI: 10.1111/j.1540-8191.1992.tb00807.x.
44. Nuñez L., Aguado M.G., Pinto A.G., Larrea J.L. Enlargement of the aortic annulus by resecting the commissure between the left and noncoronary cusps. *Tex Heart Inst J.* 1983;10(3):301–303.
45. Попов В.В. Задняя аортопластика при узком корне аорты: новое решение проблемы. *Запорожский медицинский журнал.* 2011;13(6):41–42 [Popov V.V. Posterior aortoplasty for narrow aortic root: a new solution to the problem. *Zaporozhskiy meditsinskiy zhurnal.* 2011;13(6):41–42 (in Russ.)]
46. Kinsley R.H. The narrow aortic annulus. A technique for inserting a larger prosthesis. *Am Heart J.* 1977;93(6):759–761. DOI: 10.1016/s0002-8703(77)80072-0.
47. Сазоненков М.А., Исмаев Х.Х., Татаринцев А.М., Москалев А.С., Пятаков С.Н. ЭХО-кардиографические расчеты в определении обоснованной частоты задней аортопластики при имплантации в аортальную позицию каркасного биопротеза Нео-Кор «Юни-Лайн» 21-размера. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2021;15(4):18–26. [Sazonenkov M.A., Ismatov Kh.Kh., Tatarintsev A.M., Moskaev A.S., Pyatakov S.N. Echocardiographic calculations in definition of reasonable frequency of posterior aortoplasty during implantation of stented bioprosthesis neo-cor "Uni-Line"-21 in aortic position. *Diagnosticheskaya i interventsionnaya radiologiya.* 2021;15(4):18–26 (in Russ.)]. DOI: 10.25512/DIR.2021.15.4.01. EDN: RSJJIE.
48. Sazonenkov M.A., Skopin I.I., Ismatov K.H., Tatarintsev A.M., Moskaev A.S. Patch enlargement of the aortic root with the incision in right muscular trigone of left ventricle outflow tract. *Acta Scientific Cardiovascular System.* 2022;1(4):11–15.
49. Konno S., Imai Y., Iida Y., Nakajima M., Tatsuno K. A new method for prosthetic valve replacement in congenital aortic stenosis associated with hypoplasia of the aortic valve ring. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1975;70(5):909–917.
50. Symbas P.N., Ware R.E., Hatcher C.R., Temesy-Armos P.N. An operation for relief of severe left ventricular outflow tract obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1976;71(2):245–249.
51. Jones E.L., Craver J.M., Morris D.C., King S.B. 3rd, Douglas J.S. Jr, Franch R.H., Hatcher C.R. Jr, Morgan E.A. Hemodynamic and clinical evaluation of the Hancock xenograft bioprosthesis of aortic valve replacement (with emphasis on management of the small aortic root). *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1978;75(2):300–308.
52. Yamaguchi M., Ohashi H., Imai M., Oshima Y., Hosokawa Y. Bilateral enlargement of the aortic valve ring for valve replacement in children. New operative technique. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;102(2):202–206.
53. Otaki M., Oku H., Nakamoto S., Kitayama H., Ueda M., Matsumoto T. Two-directional aortic annular enlargement for aortic valve replacement in the small aortic annulus. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:261–263. DOI: 10.1016/s0003-4975(96)01086-7

Поступила в редакцию 26.05.2023

Подписана в печать 25.12.2023

---

**Для цитирования:** Сазоненков М.А., Татаринцев А.М., Исмаев Х.Х., Москалев А.С. Хирургическое лечение клапанного аортального стеноза в сочетании с узким корнем аорты. Место задней аортопластики у взрослых. Обзор потребности в этой операции, техник ее выполнения и нашего опыта. *Человек и его здоровье.* 2023;26(4):28–41. DOI: 10.21626/vestnik/2023-4/03. EDN: TZKHTX.

---



# SURGICAL TREATMENT OF VALVULAR AORTIC STENOSIS IN COMBINATION WITH A NARROW AORTIC ROOT. THE SITE OF POSTERIOR AORTOPLASTY IN ADULTS. AN OVERVIEW OF THE NEED FOR THIS OPERATION, ITS EXECUTION TECHNIQUES AND OUR EXPERIENCE. LITERATURE REVIEW

© Sazonenkov M.A.<sup>1,2</sup>, Tatarintsev A.M.<sup>1,2</sup>, Ismatov Kh.Kh.<sup>2</sup>, Moskalev A.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Belgorod Regional Clinical Hospital (BRCH)

8/9, Nekrasov Str., Belgorod, Belgorod region, 308007, Russian Federation

<sup>2</sup> Belgorod State National Research University (NRU "Belsu")

85, Pobedy Str., Belgorod, Belgorod region, 308015, Russian Federation

**Aim:** to describe the current state of the problem of surgical expansion of the aortic root during aortic valve replacement. Aortic valve replacement is a radical operation aimed at reducing the symptoms of chronic heart failure, reducing left ventricular overload, regressing its hypertrophy, and thereby increasing the quality and life expectancy of the patient. For the greatest success of the operation, the replacement should be made with the appropriate valve size suitable for the particular patient.

**Materials and methods.** The latest literature data on the place of surgical expansion of the aortic root in the problem of treating aortic stenosis were studied. The own experience of these operations during the implantation of mechanical and biological prostheses in the aortic position in the practice of the cardiosurgical department of the Belgorod Regional Clinical Hospital is presented.

**Results.** The study is devoted to the actual problem of choosing the right size of the prosthesis, the frequency of additional surgical procedures for its placement. Many studies have established an association between prosthesis-patient mismatch (PPM) and surgical outcome. The association of prosthesis-patient mismatch with long-term survival is inverse, although sometimes reported as ambiguous. We reviewed the literature and our experience with the surgical management of narrow aortic root situations to determine the incidence of PPM and the need for an additional surgical procedure of posterior aortoplasty to accommodate the appropriate size of the prosthesis. The results of modern meta-analyses, multicenter studies and limited series of operations presented in the literature are reviewed. The experience of the cardiosurgical department of the Belgorod Regional Clinical Hospital for the period 01.01.2015-30.04.2023 in aortic valve replacement with a small size of the aortic ring (17-20 mm) is presented. The study material consisted of 303 patients. As prosthesis-patient mismatch, we defined all cases of posterior aortoplasty with implantation of an appropriately sized aortic prosthesis. According to modern studies, the incidence of prosthesis-patient mismatch in aortic valve replacement without aortic root plasty is 11-33%. The frequency of posterior aortoplasty in adults is, according to different authors, 5-40%. Our experience has shown that the situation of PPM, which required aortic plasty, occurred in 14.8% of cases of implantation of stented biological prostheses, in 17.3% of cases of implantation of mechanical bicuspid prostheses. In general, on average, aortic plasty was performed in 15.8% of cases. Prosthetic-patient mismatch in aortic valve replacement occurs at a relatively constant rate. Posterior aortoplasty allows implanting the calculated size of the prosthesis and avoiding this problem.

**Conclusion.** Surgery to patch the aortic root to accommodate an adequately sized prosthesis in the aortic position is required in 15-30% of patients with narrow aortic annulus. It allows you to get good hemodynamic results. The surgical risk of the operation is low.

**Keywords:** heart aortic valve replacement; prosthesis-patient mismatch.

**Sazonenkov Maxim A.** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Cardio-thoracic surgeon, BRCH, Belgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-1989-7842. E-mail: sazonenkov@mail.ru

**Tatarintsev Andrey M.** – Post-graduate student, surgeon, BRCH, Belgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-5396-5784. E-mail: tatam-72@mail.ru (corresponding author)

**Ismatov Khushbakhtdzon Kh.** – Post-graduate student of the Department of Hospital Surgery, NRU "Belsu", Belgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-4335-5365. E-mail: khushbakht2018@mail.ru

**Moskalev Andrey S.** – Student, NRU "Belsu", Belgorod, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-0348-1503. E-mail: andmos31@yandex.ru

## COMPLIANCE WITH PRICIPLES OF ETHICS

This study was carried out in accordance with the provisions of the Declaration of Helsinki. The study was conducted after the patient signed a voluntary informed consent. The design of the study was approved by the ethics committee of the NRU "Belsu".

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

## SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

## AUTHORS CONTRIBUTION

Sazonenkov M.A. – Concept development, research planning, literature analysis; Tatarintsev A.M. – Analysis and interpretation of the results, preparation of a draft manuscript; Ismatov Kh. Kh. – Data collection, literature analysis, content verification; Moskalev A.S. – Manuscript preparation, analysis and interpretation of literature data.

Received 26.05.2023

Accepted 25.12.2023

**For citation:** Sazonenkov M.A., Tatarintsev A.M., Ismatov Kh.Kh., Moskalev A.S. Surgical treatment of valvular aortic stenosis in combination with a narrow aortic root. The site of posterior aortoplasty in adults. an overview of the need for this operation, its execution techniques and our experience. Literature review. *Humans and their health*. 2023;26(4):28–41. DOI: 10.21626/vestnik/2023-4/03. EDN: TZKHTX.