

Неокуспидализация аортального клапана

Для корреспонденции:

Бакытбек Кайыпбекович Кадыралиев,
kadyraliev.bakytbek@yandex.ru

Поступила в редакцию 13 октября 2020 г. Исправлена
6 ноября 2020 г. Принята к печати 11 ноября 2020 г.

Цитировать:

Кадыралиев Б.К., Арутюнян В.Б., Чернов И.И.,
Умаров А.Х., Жигалов К.Ю., Вайманн А., Энгиноев С.Т.
Неокуспидализация аортального клапана. *Патология
кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(2):11-18.
<http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-2-11-18>

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн работы: все авторы
Написание статьи: Б.К. Кадыралиев, В.Б. Арутюнян,
С.Т. Энгиноев
Исправление статьи: В.Б. Арутюнян, А.Х. Умаров,
С.Т. Энгиноев
Утверждение окончательного варианта статьи:
все авторы

ORCID ID

Б.К. Кадыралиев, <https://orcid.org/0000-0002-4007-7665>
В.Б. Арутюнян, <https://orcid.org/0000-0002-1730-9050>
И.И. Чернов, <https://orcid.org/0000-0002-9924-5125>
А.Х. Умаров, <https://orcid.org/0000-0002-4718-4973>
К.Ю. Жигалов, <https://orcid.org/0000-0002-6440-3736>
А. Вайманн, <https://orcid.org/0000-0003-2966-6159>
С.Т. Энгиноев, <https://orcid.org/0000-0002-8376-3104>

© Б.К. Кадыралиев, В.Б. Арутюнян, И.И. Чернов,
А.Х. Умаров, К.Ю. Жигалов, А. Вайманн,
С.Т. Энгиноев, 2021

Статья открытого доступа, распространяется
по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**Б.К. Кадыралиев^{1,2}, В.Б. Арутюнян^{1,2}, И.И. Чернов³,
А.Х. Умаров², К.Ю. Жигалов⁴, А. Вайманн⁴,
С.Т. Энгиноев^{3,5}**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени
С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации (г. Пермь), Пермь, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Пермский государственный
медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь,
Российская Федерация

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(г. Астрахань), Астрахань, Российская Федерация

⁴ Западноевропейский сердечно-сосудистый центр, Университетская
больница Эссена, Эссен, Федеративная Республика Германия

⁵ Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Астраханский государственный
медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Астрахань, Российская Федерация

Реконструкция аортального клапана — оптимальный подход при заболеваниях аортального клапана, повышающий его долговечность и не требующий антикоагуляции. Аутоперикард для этих целей применяется на протяжении развития кардиохирургии в силу доступности, простоты в обращении и низкой стоимости. Многие методы использования аутоперикарда еще не стандартизированы и недостаточно распространены. Представлен обзор литературы по неокуспидализации аортального клапана по методике Ozaki с использованием фиксированного глутаральдегидом аутоперикарда, показавшей многообещающие долгосрочные результаты.

Ключевые слова: аортальный клапан; неокуспидализация; операция Ozaki; протезирование аортального клапана; реконструкция аортального клапана

Введение

Протезирование аортального клапана (АК) — «золотой стандарт» хирургического лечения кальцифицированного стеноза АК. Вместе с тем ни один из типов искусственных клапанов сердца не является идеальным. Биологические протезы изготавливаются из биологической ткани, закрепленной на каркасе. Как правило, они не требуют длительной антикоагуляции, но менее долговечны, чем механические. Недостатки последних — повышенная тромбогенность и необходимость длительной антикоагулянтной терапии [1]. Идеальным подходом при заболеваниях АК остается реконструкция АК, повышающая его долговечность и дающая свободу от антикоагуляции [2]. Аутоперикард из-за доступности, простоты в обращении и низкой стоимости используется для этих целей с первых дней кардиохирургии. Однако многие методы его применения еще не стандартизированы и недостаточно распространены. Одной из техник, показавших многообещающие долгосрочные результаты, является неокуспидализация АК (англ. Aortic Valve Neo-Cuspitization, AVNeo) по методике Ozaki с использованием фиксированного глутаральдегидом аутоперикарда и специальных шаблонов.

Стратегия поиска и отбора источников

Для поиска использовали базы данных PubMed, Web of Science, Google Scholar, Российский индекс научного цитирования. Анализировали статьи до августа 2020 г., содержащие релевантные извлекаемые данные о неокуспидализации АК, операции Ozaki и реконструкции АК. Исключали: клинические случаи и серии случаев, комментарии, тезисы конференций; исследования, в которых представлены неполные или неизвлекаемые данные.

Историческая справка

Расширение створок АК перикардом ведется с 1963 г., когда D.N. Ross сообщил о случае лечения аортальной недостаточности (АН) увеличением одной створки с использованием аутоперикарда [3]. В 1963 г. V.O. Vjoerk и G. Hultquist выполнили протезирование АК путем создания створок из аутоперикарда [4]. Однако необработанный перикард имел низкую прочность и был подвержен деградации, поэтому позже процедура была отменена. В 1970 г. H.T. Bahnson и соавт. сообщили о двух случаях протезирования одной створки и трех случаях увеличе-

ния всех створок аутоперикардом [5]. Доступность ксеноперикарда, обработанного глутаральдегидом, побудила M. Yasoub и соавт. в 1986 г. использовать перикард теленка, обработанный 0,2% глутаральдегидом [6]. В 1986 г. J.W. Love и соавт. сообщили, что обработка аутоперикарда 0,6% глутаральдегидом в течение 10 мин устранила проблему деградации и уменьшила антигенные свойства ткани [7]. В 1999 г. V.C. Gasparyan опубликовал результаты экспериментального исследования по реконструкции АК при помощи разработанной формулы [8]. В 2006 г. H.F. Lausberg и соавт. обобщили девятилетний опыт реконструкций АК с использованием аутоперикарда, обработанного 0,2% глутаральдегидом [9]. В 1991 г. С. Duran и соавт. описали методику расширяющей пластики створок АК с помощью аутоперикарда, обработанного 0,65% глутаральдегидом [10].

В 2011 г. K.M. John Chan и соавт. представили методику неокуспидализации АК с использованием аутоперикарда у 11 пациентов [11]. В течение 7,5 года (средний срок наблюдения 6,5 года) четырем пациентам сделали повторную операцию. Ни у одного из больных в течение последующего периода наблюдения не было признаков выраженной кальцификации створок. Несмотря на многообещающие ранние результаты, сложную операцию не стандартизировали, что ограничило ее широкое применение кардиохирургами по всему миру. В 2011 г. S. Ozaki и соавт. сообщили о неокуспидализации АК, проводимой с использованием аутоперикарда, обработанного 0,6% глутаральдегидом, и специальных шаблонов по детальному и максимально стандартизированному операционному протоколу [12]. Авторы утверждают, что их методика может применяться при аортальном стенозе, АН, инфекционном эндокардите, эндокардите протезного клапана и аннулоаортальной эктазии (таблица).

Неокуспидализация аортального клапана

В 1995 г. С.М. Duran и соавт. сообщили о результатах неокуспидализации АК аутоперикардом, обработанным глутаральдегидом, у 51 пациента с апреля 1989 г. по июнь 1994 г. [13]. Выполнили комбинированные вмешательства на митральном клапане 18 больным. Среднее время искусственного кровообращения (ИК) для данной группы составило 131,8 мин, среднее время ишемии миокарда (ИМ) — 96,9 мин. Для пациентов с изолированной операцией на АК среднее время ИК — 122,8 мин, среднее время ИМ — 87,9 мин. Три пациента потеряны для последующего наблюдения. Максимальный срок наблюдения — 61 мес., средний

Основные события в развитии неокуспидализации аортального клапана

Год публикации	Авторы	Событие
1963	D.N. Ross [3]	Увеличение одной створки с помощью аутоперикарда
1964	V.O. Bjoerk и соавт. [4]	Протезирование АК путем создания створок из аутоперикарда
1970	H.T. Bahnson и соавт. [5]	Два случая протезирования створки и три случая увеличения всех створок аутоперикардом
1986	M. Yacoub и соавт. [6]	Использование перикарда теленка, обработанного 0,2% глутаральдегидом
1986	J.W. Love и соавт. [7]	Обработка аутоперикарда 0,6% глутаральдегидом в течение 10 мин
1991	C. Duran и соавт. [10]	Неокуспидализация аортального клапана аутоперикардом, обработанным глутаральдегидом
1999	V.C. Gasparyan [8]	Экспериментальное исследование реконструкции АК по разработанной формуле
2006	H.F. Lausberg и соавт. [9]	Результаты девятилетнего опыта реконструкций АК с использованием аутоперикарда, обработанного 0,2% глутаральдегидом
2011	K.M. John Chan и соавт. [11]	Описание методики неокуспидализации АК с использованием аутоперикарда
2011	S. Ozaki и соавт. [12]	Описание методики неокуспидализации АК с использованием аутоперикарда, обработанного 0,6% глутаральдегидом, и специальных шаблонов

Примечание. АК — аортальный клапан.

период — 21,2 мес. Отдаленная летальность составила 3,9 %: один пациент погиб в автокатастрофе, второй умер в другой больнице от левожелудочковой недостаточности без дисфункции АК. Трем пациентам (5,8 %) провели повторные вмешательства на АК из-за неудачной реконструкции, без летального исхода. Причины повторного вмешательства: инфекционный эндокардит у двух пациентов (через 5 и 31 мес. после операции), разрыв створки.

S. Ozaki и соавт. проанализировали результаты лечения 404 больных, которым с апреля 2007 г. по сентябрь 2011 г. выполнили неокуспидализацию АК по собственной методике [14]. В исследовании участвовали 201 мужчина и 203 женщины, средний возраст $69,0 \pm 12,9$ года. 289 больным диагностировали аортальный стеноз, 115 — аортальную регургитацию, 102 — двустворчатый АК, 13 — одностворчатый, 2 — четырехстворчатый. Конверсий в протезирование АК не было. Пиковый градиент после операции $19,8 \pm 10,2$ мм рт. ст. Госпитальная летальность 1,7 %. Свобода от реоперации в течение 53 мес. 96,2 %.

С апреля 2007 г. по март 2019 г. S. Ozaki прооперировал более 1 100 пациентов [15]. Средний возраст больных — $67,7 \pm 14,9$ года. По этиологии у 61,7 % — аортальный стеноз, 31,1 % — АН, 7,2 % — аортальные

стеноз и недостаточность. Среднее время ИМ и ИК $106,1 \pm 30,3$ и $151,3 \pm 36,9$ мин соответственно. Отдаленная выживаемость в течение 12 лет составила 84,6 %, реоперация отсутствовала в 95,8 % случаев.

M. Krane и соавт. с октября 2016 г. по апрель 2019 г. прооперировали 103 больных [16]. Средний возраст $54,0 \pm 16,4$ (13,8–78,5) года. 81 пациент (78,6 %) имел двустворчатый клапан. Среднее время ИК составило 166 ± 29 мин, среднее время ИМ — 135 ± 20 мин. Выполняли комбинированные операции 29 пациентам: 20 (19,4 %) — протезирование восходящей аорты, 5 (4,9 %) — коронарное шунтирование, 4 (3,9 %) — процедуру Maze. Средний срок послеоперационного наблюдения составил 426 ± 270 дней, 30-дневная летальность — 0,97 %. Четырех пациентов оперировали повторно, общая свобода от повторной операции 96,1 %. Сравнение неокуспидализации и протезирования АК биопротезом выявило статистически значимо более низкий средний градиент ($8,5 \pm 3,7$ против $10,2 \pm 2,0$ мм рт. ст., $p < 0,0001$) и большую эффективную площадь открытия клапана ($2,2 \pm 0,7$ против $2,1 \pm 0,4$ см², $p = 0,037$) в первой группе. В послеоперационном периоде пациентам на 6 мес. назначали аспирин. Свобода от АН \geq II ст. в течение 12 и 24 мес. составила $98,2 \pm 0,02$ и $92,1 \pm 0,05$ % соответственно. Четырем

больным провели повторную операцию по замене АК с использованием протезов. Из них реоперировали двух в течение этой же госпитализации вследствие ранней АН, еще одному через 6 нед. после операции диагностировали ранний инфекционный эндокардит, и у одного были отличные ранние и среднесрочные гемодинамические показатели, но через два года развилась АН в связи с пролапсом правой коронарной створки. Среднесрочная выживаемость составила 98,1 %.

Е.В. Россейкин и соавт. сравнили непосредственные эхокардиографические характеристики неокуспидализации и протезирования АК каркасными биологическими протезами Hancock II T505 Cinch II (Medtronic, Миннеаполис, США) и Carpentier – Edwards PERIMOUNT (Edwards Lifesciences, Ирвайн, США) [17]. С января 2014 г. по февраль 2016 г. 76 пациентам провели протезирование АК протезами Hancock II T505 Cinch II ($n = 41$) и Carpentier – Edwards PERIMOUNT ($n = 35$), 20 больным выполнили неокуспидализацию АК. В группе неокуспидализации АК статистически значимо выше продолжительность ИК и ИМ, но средний градиент давления на АК статистически значимо меньше и площадь открытия АК статистически значимо больше, чем в других группах.

V. Arutyunyan и соавт. опубликовали непосредственные результаты неокуспидализации АК у 170 пациентов (84 мужчины, 86 женщин), прооперированных с января 2017 г. по март 2019 г. в трех центрах [18]. Средний возраст больных составил $64,1 \pm 9,7$ года, у 162 (95,3 %) диагностировали аортальный стеноз, 3 (1,8 %) — аортальную регургитацию, 5 (2,9 %) — аортальные стеноз и регургитацию. Средний диаметр фиброзного кольца (ФК) $21,0 \pm 2,0$ мм, у 40 (23,5 %) больных оно было меньше 19 мм, у 52 (30,1 %) — двустворчатый АК. Выполнили изолированное вмешательство на АК 94 (55 %) пациентам. Конверсий в протезирование АК не было. Среднее время ИК $112,2 \pm 38,9$ мин, среднее время ИМ — $86,2 \pm 22,7$ мин. Максимальные и средние градиенты давления после операции $11,2 \pm 5,6$ и $6,0 \pm 3,5$ мм рт. ст. соответственно. Восемь пациентов (4,7 %) нуждались в повторной операции по поводу кровотечения и двум (1,1 %) имплантировали постоянный электрокардиостимулятор. Госпитальная летальность составила 2,9 %.

Неокуспидализация аортального клапана с помощью мини-доступа

По данной методике забирают участок перикарда размером не менее 7×8 см, что обычно требует полной стернотомии. За последние 20 лет минимально инвазивная кардиохирургия получила огромное развитие и стала предпочтительным подходом. В 2018 г.

D.H. Nguyen и соавт. сообщили о 9 первых случаях мини-стернотомии при неокуспидализации АК [19]. Доступ к восходящей аорте и корню аорты осуществляли через верхнюю мини-стернотомию в 3-м или 4-м межреберье. В 5 первых случаях осуществляли периферическую канюляцию по схеме «бедренная артерия – бедренная вена», с накоплением опыта начали выполнять центральную канюляцию. Забор перикарда осуществляли эндоскопически. Средний возраст пациентов 47,4 года, 55,6 % — женщины. Госпитальной, 30-дневной летальности и конверсий в полную стернотомию не было. Одному пациенту с двустворчатым АК пришлось выполнить протезирование АК с помощью протеза.

Е.В. Россейкин и соавт. сравнили мини-стернотомию и полную стернотомию при неокуспидализации АК [20]. В ретроспективное обсервационное исследование включили 142 пациента, которым с октября 2015 г. по декабрь 2017 г. выполнили неокуспидализацию АК: 30 — J-мини-стернотомию (основная группа — Ozaki mini), 112 — полную стернотомию (контрольная группа — Ozaki full). После псевдорандомизации в каждую группу включили по 30 пациентов. Статистически значимых различий по 30-дневной летальности и серьезным послеоперационным событиям (инфаркт миокарда, инсульт) не выявили. Длительность операции и ИК были выше в группе Ozaki mini (303 против 260 мин, $p = 0,007$, и 139 и 126 мин, $p = 0,024$ соответственно). По времени ИМ группы не различались. В группе Ozaki mini отмечали меньшую послеоперационную кровопотерю (650 против 965 мл, $p < 0,001$), однако по объему и количеству пакетов перелитой донорской крови на одного пациента значимых различий не было. Также не отметили значимых различий по длительности искусственной вентиляции легких, в том числе продленной (> 24 ч), времени пребывания в реанимации и стационаре после операции. В группе Ozaki mini не было конверсий в полную стернотомию. Авторы сделали вывод, что неокуспидализация АК из J-мини-стернотомии не увеличивает риск летальности и других значимых осложнений. Кроме того, мини-доступ сопровождался меньшей послеоперационной кровопотерей.

Неокуспидализация аортального клапана у пациентов с узким фиброзным кольцом

S.P. Marathe и соавт. провели ретроспективный анализ лечения пациентов, перенесших модифицированную операцию Ozaki в 2015–2019 гг. [21]. Модифицированная техника заключалась в симметричном расширении

ФК и комплекса корня аорты (обычно целевые значения расширения кольца по Z-score между 0 и +2) и использовании методики S. Ozaki. В исследование включили 51 пациента с нативным ФК диаметром ≤ 21 мм (средний диаметр 17 мм). Средний возраст больных 7,9 года, средний вес 21 кг. Возраст 80 % пациентов ≤ 12 лет. Использовали аутоперикард или бычий перикард PhotoFix (CryoLife Inc., Кеннесо, США). Анатомия клапана: у 23 больных — трехстворчатый, 15 — двустворчатый, 12 — одностворчатый, 1 — четырехстворчатый. Повторных вмешательств не было, и единственный летальный случай не связан с дисфункцией АК. На момент выписки 94 % пациентов имели не более легкой АН, средний пиковый градиент составил 18 мм рт. ст. При среднем сроке наблюдения 11,9 мес. 80 и 82 % пациентов имели менее чем умеренную регургитацию и стеноз.

S. Akiyama и соавт. опубликовали среднесрочные результаты неокуспидализации АК у 34 больных с узким ФК, прооперированных с февраля 2011 г. по май 2017 г. [22]. Средний возраст пациентов составил $77,0 \pm 9,1$ года, средний диаметр ФК $18,4 \pm 1,1$ мм, среднее значение пикового градиента давления на АК после операции $18,3 \pm 9,4$ мм рт. ст. и средняя индексированная площадь открытия АК $1,18 \pm 0,35$ см²/м². Одному пациенту имплантировали электрокардиостимулятор. Госпитальная летальность — 5,8 %. Средний срок наблюдения 28,0 \pm 22,7 мес. Частота отсутствия повторных операций 94,1 и 90,8 % через 1 год и 5 лет наблюдения соответственно. Общая выживаемость 91,2 и 76,8 % через 1 год и 5 лет.

M.P.V.O. Sá и соавт. анализировали результаты неокуспидализации АК у 106 пациентов с ФК ≤ 21 мм с января 2017 г. по март 2019 г. в трех центрах [23]. Средний возраст 65,4 (38,0–80,0) года. У 28 (26,4 %) пациентов диагностирован двустворчатый АК. Средний диаметр ФК $19,8 \pm 1,1$ мм. Выполняли комбинированные вмешательства на сердце 43 (40,6 %) пациентам. Конверсий в протезирование АК не было. Среднее время ИК $109,5 \pm 35,0$ мин, среднее время ИМ — $84,4 \pm 19,7$ мин. Средние показатели пикового и среднего градиентов давления на АК после операции $11,8 \pm 5,9$ и $7,3 \pm 3,5$ мм рт. ст. соответственно. Эффективная площадь открытия АК после операции в среднем составляла $2,5 \pm 0,4$ см², средняя индексированная площадь открытия АК — $1,3 \pm 0,3$ см²/м². После неокуспидализации АК у 24 (22,6 %) пациентов наблюдалась незначительная АН, умеренной или тяжелой АН не выявили. Одному пациенту потребовалась имплантация электрокардиостимулятора, но повторных операций из-за раннего инфекционного эндокардита не было. Тромбоэмболических осложнений не зарегистрировали. Два случая

(1,9 %) смерти в стационаре имели некардиальные причины. Авторы заключили, что неокуспидализация АК выполнима и воспроизводима с хорошими непосредственными результатами, низкими послеоперационными градиентами, большой площадью открытия клапана и минимальной аортальной регургитацией у больных с узким фиброзным кольцом.

Неокуспидализация аортального клапана у пациентов моложе 60 лет

S. Ozaki и соавт. исследовали результаты неокуспидализации АК у пациентов моложе 60 лет [24]. С апреля 2007 г. по апрель 2013 г. процедуру провели 108 больным (75 мужчинам и 33 женщинам), средний возраст $47,8 \pm 11,2$ года. У 57 пациентов были двустворчатые клапаны, у 11 — одностворчатые. Конверсий в протезирование, госпитальной летальности не было. Послеоперационная эхокардиография показала средний пиковый градиент давления $14,8 \pm 7,8$ мм рт. ст. через неделю после операции и $12,8 \pm 3,1$ мм рт. ст. через 4 года. Одному пациенту потребовалась повторная операция из-за инфекционного эндокардита. У остальных 107 больных АН была менее выраженной. Тромбоэмболических осложнений не зарегистрировали. Средний период наблюдения $34,2 \pm 15,7$ мес., свобода от повторной операции 98,9 % при 76-месячном наблюдении.

Неокуспидализация аортального клапана у пациентов на диализе

I. Kawase и соавт. с апреля 2007 г. по сентябрь 2011 г. выполнили неокуспидализацию АК 404 пациентам и провели ретроспективный анализ лечения 54 из них, находившихся на диализе [25]. Средний возраст больных составил $70,2 \pm 8,5$ года; 35 мужчин и 19 женщин. Помимо неокуспидализации АК выполняли 11 пациентам коронарное шунтирование, 6 — протезирование восходящей аорты, 5 — пластику митрального клапана, 4 — процедуру Maze. Средние значения пикового градиента на АК после реконструкции составили через неделю $23,4 \pm 10,7$, через год $13,8 \pm 5,5$, через 3 года $13,3 \pm 2,3$ мм рт. ст. По данным эхокардиографии кальцификации не обнаружили. При среднем периоде наблюдения 847 дней рецидивов АН не зафиксировали, за исключением одного случая повторной операции по поводу инфекционного эндокардита через 2,5 года после неокуспидализации АК. Госпитальная летальность составила 0,74 %, причины некардиальные. Тромбоэмболических осложнений не было.

Неокуспидализация аортального клапана у детей

L.M. Wiggins и соавт. проанализировали результаты лечения 58 детей, которым с 2015 по 2019 г. провели операцию Ozaki ($n = 40$, 69 %) или реконструкцию одной створки с использованием аутоперикарда или бычьего перикарда CardioCel (LeMaitre Vascular Inc., Берлингтон, США) ($n = 18$, 31 %) [26]. Медиана возраста больных составила 14,8 (10,6–16,8) года, медиана массы тела 53,5 (32,9–67,8) кг. У 40 % пациентов имелась изолированная АН. Только у 15 (25,8 %) был трехстворчатый АК. Комбинированные вмешательства на сердце выполняли 12 (21 %) больным. Медиана времени ИК составила 130,5 (113,5–142,5) мин, медиана ИМ 103,5 (90,5–111,0) мин. Средняя скорость на АК снизилась с $3,4 \pm 1,2$ м/с до операции до $2,0 \pm 0,4$ м/с ($p < 0,001$) после и оставалась стабильной ($2,2 \pm 0,7$ м/с) в период наблюдения — 14,1 (7,2–20,1) мес. Свобода от повторной операции, умеренной и выраженной АН через 1, 2 и 3 года составила $94,2 \pm 3,3$, $85,0 \pm 5,8$ и $79,0 \pm 8,0$ % соответственно, различий между группами по этому показателю не выявлено ($p = 0,635$). В отдаленном периоде вмешательства выполняли 6 (10 %) пациентам, из которых трем — по поводу инфекционного эндокардита.

C.W. Baird и соавт. опубликовали результаты применения техники S. Ozaki при патологии АК и общего артериального ствола [27]. В ретроспективный анализ включили 57 пациентов, оперированных с 2015 по 2019 г. Медиана возраста больных составила 12,4 (0,7–25,4) года, медиана веса — 44,3 (5,16–121,00) кг. У 2 пациентов были четырехстворчатые АК, 26 — трехстворчатые, 20 — двухстворчатые, 9 — одностворчатые. Четыре больных имели артериальный ствол. Выполняли рестернотомии 40 пациентам. Средний диаметр ФК составил $20,90 \pm 4,98$ мм. Аутоперикард использовали у 20 больных, бычий перикард PhotoFix и CardioCel — у 35 и 2 соответственно. Восьми пациентам потребовалось увеличение корня аорты, 20 — увеличение синуса. Комбинированные вмешательства на сердце выполняли у 51 больного. Ни одному пациенту не потребовалось протезирование АК во время операции, госпитальной летальности не было. При выписке у 98 % больных была легкая регургитация, а максимальный градиент на АК составил $16,9 \pm 9,5$ мм рт. ст. Двум пациентам перед выпиской понадобилось протезирование АК. Медиана периода наблюдения составила 8,10 (2,96–17,76) мес., 96 и 91 % соответственно имели менее чем умеренную регургитацию и стеноз. Авторы сделали вывод, что неокуспидализация АК дает приемлемые непосредственные результаты и должна быть

рассмотрена для реконструкции клапана у детей с врожденными пороками АК и общего артериального ствола.

Нерешенные вопросы и ограничения

Основным нерешенным вопросом и ограничением неокуспидализации АК является отсутствие отдаленных результатов, за исключением опубликованных S. Ozaki [15].

Выводы

Неокуспидализация АК аутоперикардом, обработанным глутаральдегидом, является выполнимой процедурой с низкими периоперационными осложнениями и положительными послеоперационными исходами и гемодинамическими результатами. Необходимы дальнейшие исследования для оценки отдаленных результатов.

Список литературы / References

1. Baumgartner H., Falk V., Bax J.J., De Bonis M., Hamm C., Holm P.J., Lung B., Lancellotti P., Lansac E., Munoz D.R., Rosenhek R., Sjögren J., Mas P.T., Alec V., Walther T., Wendler O., Windecker S., Zamprano J.L., ESC Scientific Document Group. 2017 ESC / EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017;38(36):2739-2791. PMID: 28886619. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391>
2. Aicher D., Fries R., Rodionychewa S., Schmidt K., Langer F., Schäfers H.-J. Aortic valve repair leads to a low incidence of valve-related complications. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2010;37(1):127-132. PMID: 19643618. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.06.021>
3. Ross D.N. Surgical reconstruction of the aortic valve. *Lancet*. 1963;281(7281):571-574. PMID: 13975079. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(63\)92687-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(63)92687-4)
4. Bjoerk V.O., Hultquist G. Teflon and pericardial aortic valve prostheses. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1964;47:693-701. PMID: 14174962.
5. Bahnson H.T., Hardesty R.L., Baker L.D. Jr, Brooks D.H., Gall D.A. Fabrication and evaluation of tissue leaflets for aortic and mitral valve replacement. *Ann Surg*. 1970;171(6):939-947. PMID: 5420935; PMCID: PMC1396881. <https://doi.org/10.1097/00000658-197006010-00015>
6. Yacoub M., Khaghani A., Dhalla N. Aortic valve replacement using unstented dura or calf pericardium: early and long-term results. In: Bodnar E., Yacoub M., editors. *Biologic and bioprosthetic valves; proceedings of the Third International Symposium on Cardiac Bioprosthesis*. New York: Yorke Medical Books; 1986. pp. 684-690.
7. Love J.W., Calvin J.H., Phelan R.F., Love C.S. Rapid intraoperative fabrication of an autologous tissue heart valve: a new technique. In: Bodnar E., Yacoub M., editors. *Biologic and bioprosthetic valves; proceeding of the Third International Symposium on Cardiac Bioprosthesis*. New York: Yorke Medical Books; 1986. pp. 691-698.
8. Gasparyan V.C. Reconstruction of the aortic valve with autologous pericardium: an experimental study. *J Thorac Cardiovasc Surg*.

- 1999;117(1):197-198. PMID: 9869780. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(99\)70493-9](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(99)70493-9)
9. Lausberg H.F., Aicher D., Langer F., Schäfers H.-J. Aortic valve repair with autologous pericardial patch. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(2):244-249. PMID: 16828303. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2006.04.031>
 10. Duran C., Kumar N., Gometza B., al Halees Z. Indications and limitations of aortic valve reconstruction. *Ann Thorac Surg.* 1991;52(3):447-453. PMID: 1898131. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(91\)90904-5](https://doi.org/10.1016/0003-4975(91)90904-5)
 11. John Chan K.M., Rahman-Haley S., Mittal T.K., Gavino J.A., Dreyfus G.D. Truly stentless autologous pericardial aortic valve replacement: an alternative to standard aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;141(1):276-283. PMID: 20965520. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.09.038>
 12. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Matsuyama T., Takatoh M., Hagiwara S. Aortic valve reconstruction using self-developed aortic valve plasty system in aortic valve disease. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011;12(4):550-553. PMID: 21273254. <https://doi.org/10.1510/icvts.2010.253682>
 13. Duran C.M., Gometza B., Kumar N., Gallo R., Martin-Duran R. Aortic valve replacement with freehand autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;110(2):511-516. PMID: 7637369. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(95\)70248-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(95)70248-2)
 14. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Takatoh M., Hagiwara S. A total of 404 cases of aortic valve reconstruction with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(1):301-306. PMID: 23228404. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.11.012>
 15. Ozaki S. Ozaki procedure: 1,100 patients with up to 12 years of follow-up. *Türk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg.* 2019;27(4):454. PMID: 32082907; PMCID: PMC7018167. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2019.01904>
 16. Krane M., Boehm J., Prinzing A., Ziegelmüller J., Holfeld J., Lange R. Excellent hemodynamic performance after aortic valve neocuspidization using autologous pericardium. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(1):126-133. PMID: 32540439. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.04.108>
 17. Россейкин Е.В., Базылев В.В., Батраков П.А., Карнахин В.А., Расторгуев А.А. Непосредственные результаты протезирования створок аортального клапана аутоперикардом по методике Ozaki. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2016;20(3):26-30. [Rosseykin E.V., Bazylev V.V., Batrakov P.A., Karnakhin V.A., Rastorguev A.A. Immediate results of aortic valve reconstruction by using autologous pericardium (Ozaki procedure). *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2016;20(3):26-30. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21688-1681-3472-2016-3-26-30>
 18. Arutyunyan V., Chernov I., Komarov R., Sinelnikov Yu., Kadyraliev B., Enginiev S., Tcheglov M., Ismailbaev A., Baranov A., Ashurov F., Clavel M.-A., Pibarot P., Sá M.P.B.O., Weymann A., Zhigalov K. Immediate outcomes of aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium: a multicenter study. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2020;35(3):241-248. PMID: 32549094; PMCID: PMC7299575. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0019>
 19. Nguyen D.H., Vo A.T., Le K.M., Vu T.T., Nguyen T.T., Vu T.T., Pham C.V.T., Truong B.Q. Minimally invasive Ozaki procedure in aortic valve disease: the preliminary results. *Innovations (Phila).* 2018;13(5):332-337. PMID: 30394956. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000556>
 20. Россейкин Е.В., Кобзев Е.Е., Базылев В.В. Операция Ozaki из мини-доступа. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2019; 25(3):142-155. [Rosseykin E.V., Kobzev E.E., Bazylev V.V. Minimally invasive Ozaki technique. *Angiology and vascular surgery.* 2019;25(3):142-155. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33529/ANGIO2019319>
 21. Marathe S.P., Chávez M., Sleeper L.A., Marx G., Del Nido P.J., Baird C.W. Modified Ozaki procedure including annular enlargement for small aortic annuli in young patients. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(4):1364-1371. PMID: 32454012. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.04.025>
 22. Akiyama S., Iida Y., Shimura K., Fujii S., Shimizu H., Sawa S. Midterm outcome of aortic valve neocuspidization for aortic valve stenosis with small annulus. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;68(8):762-767. PMID: 32008187. <https://doi.org/10.1007/s11748-020-01299-1>
 23. Sá M.P.B.O., Chernov I., Marchenko A., Chagyan V., Komarov R., Askadinov M., Enginiev S., Kadyraliev B., Ismailbaev A., Tcheglov M., Clavel M.-A., Pibarot P., Ruhparwar A., Weymann A., Zhigalov K. Aortic valve neocuspidization (Ozaki procedure) in patients with small aortic annulus (≤ 21 mm): a multicenter study. *Struct Heart.* 2020;4(5):413-419. <https://doi.org/10.1080/24748706.2020.1792595>
 24. Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Nozawa Y., Takatoh M., Hagiwara S., Kiyohara N. Aortic valve reconstruction using autologous pericardium for patients aged less than 60 years. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(3):934-938. PMID: 24954174. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.05.041>
 25. Kawase I., Ozaki S., Yamashita H., Uchida S., Nozawa Y., Matsuyama T., Takatoh M., Hagiwara S. Aortic valve reconstruction with autologous pericardium for dialysis patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;16(6):738-742. PMID: 23427312; PMCID: PMC3653458. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivt033>
 26. Wiggins L.M., Mimic B., Issitt R., Ilic S., Bonello B., Marek J., Kostolny M. The utility of aortic valve leaflet reconstruction techniques in children and young adults. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;159(6):2369-2378. PMID: 31864692. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.09.176>
 27. Baird C.W., Cooney B., Chávez M., Sleeper L.A., Marx G.R., Del Nido P.J. Congenital aortic and truncal valve reconstruction utilizing the Ozaki technique: short-term clinical results. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;161(5):1567-1577. PMID: 33612305. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.01.087>

Neocuspidization of the aortic valve

Bakytbek K. Kadyraliev^{1,2}, Vagram B. Arutyunyan^{1,2}, Igor I. Chernov³, Akbarjon H. Umarov², Konstantin Yu. Zhigalov⁴, Alexander Weymann⁴, Soslan T. Enginoev^{3,5}

¹ Sukhanov Federal Center of Cardiovascular Surgery, Perm, Russian Federation

² E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russian Federation

³ Federal Center for Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russian Federation

⁴ University Hospital of Essen, Essen, Germany

⁵ Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

Corresponding author. Bakytbek K. Kadyraliev, kadyraliev.bakytbek@yandex.ru

Aortic valve reconstruction remains the ideal approach to treat aortic valve disease, with an aim to increase durability and prevent anticoagulation. Owing to its availability, handling ease, and low cost, autopericardium has been regularly used since the early days of cardiac surgery. Many of these methods have not been standardized yet and are underutilized. One method with promising long-term results is neocuspidization of the aortic valve, as described by Ozaki using glutaraldehyde-fixed autopericardium. Neocuspidization of the aortic valve includes valve prosthetics with its own pericardium. We performed a literature review on aortic valve neocuspidization.

Keywords: aortic valve; aortic valve reconstruction; aortic valve replacement; neocuspidization; Ozaki procedure

Received 13 October 2020. Revised 6 November 2020. Accepted 11 November 2020.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Conception and study design: B.K. Kadyraliev, V.B. Arutyunyan, I.I. Chernov, A.H. Umarov, K.Yu. Zhigalov, A. Weymann, S.T. Enginoev

Drafting the article: B.K. Kadyraliev, V.B. Arutyunyan, S.T. Enginoev

Critical revision of the article: V.B. Arutyunyan, A.H. Umarov, S.T. Enginoev

Final approval of the version to be published: B.K. Kadyraliev, V.B. Arutyunyan, I.I. Chernov, A.H. Umarov, K.Yu. Zhigalov, A. Weymann, S.T. Enginoev

ORCID ID

B.K. Kadyraliev, <https://orcid.org/0000-0002-4007-7665>

V.B. Arutyunyan, <https://orcid.org/0000-0002-1730-9050>

I.I. Chernov, <https://orcid.org/0000-0002-9924-5125>

A.H. Umarov, <https://orcid.org/0000-0002-4718-4973>

K.Yu. Zhigalov, <https://orcid.org/0000-0002-6440-3736>

A. Weymann, <https://orcid.org/0000-0003-2966-6159>

S.T. Enginoev, <https://orcid.org/0000-0002-8376-3104>

Copyright: © 2021 Kadyraliev et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to cite: Kadyraliev B.K., Arutyunyan V.B., Chernov I.I., Umarov A.H., Zhigalov K.Yu., Weymann A., Enginoev S.T.

Neocuspidization of the aortic valve. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2021;25(2):11-18. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-2-11-18>