

Аутоперикардальная неокуспидизация аортального клапана: как это делать?

Для корреспонденции:

Ашот Оганнесович Симонян,
simonyanmd@gmail.com

Поступила в редакцию 23 сентября 2020 г.

Исправлена 17 ноября 2020 г.

Принята к печати 18 ноября 2020 г.

Цитировать: Комаров Р.Н., Чернявский С.В., Исмаилбаев А.М., Симонян А.О. Аутоперикардальная неокуспидизация аортального клапана: как это делать? *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(1):120-127. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-1-120-127>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

ORCID ID

Р.Н. Комаров, <https://orcid.org/0000-0002-3904-6415>

С.В. Чернявский, <https://orcid.org/0000-0002-1564-9182>

А.М. Исмаилбаев, <https://orcid.org/0000-0001-8545-3276>

А.О. Симонян, <https://orcid.org/0000-0001-7381-7925>

© Р.Н. Комаров, С.В. Чернявский, А.М. Исмаилбаев, А.О. Симонян, 2021

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

Р.Н. Комаров, С.В. Чернявский, А.М. Исмаилбаев, А.О. Симонян

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

В последнее десятилетие в широкую кардиохирургическую практику внедряется методика неокуспидизации аортального клапана аутоперикардальными листками. Большинство практикующих хирургов ассоциируют эту процедуру с такими учеными, как С.М. Duran и S. Ozaki. Накопленный опыт клиники факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко Сеченовского университета позволил оптимизировать существующие подходы к аутоперикардальной неокуспидизации аортального клапана с целью повышения доступности процедуры. В данной статье мы в деталях представили методику неокуспидизации аортального клапана, раскрыли некоторые технические особенности и доработки, которые позволяют повысить воспроизводимость методики. Описанный подход к выполнению аутоперикардальной неокуспидизации аортального клапана, отличающийся от оригинальной методики использованием симметричных неостворок и более деликатным шовным материалом, представляется перспективным в отношении повышения доступности и воспроизводимости этого метода реконструкции и требует изучения отдаленных результатов на большом клиническом материале.

Ключевые слова: аортальный клапан; аутоперикард; неокуспидизация; протезирование; реконструкция корня аорты

Введение

Реконструктивные пластические операции являются приоритетным направлением хирургии митральных и трикуспидальных пороков [1]. Тем не менее в случаях дегенеративного поражения со стенозированием аортального клапана «зо-

лотым стандартом» хирургического лечения по-прежнему является его протезирование [1; 2]. До 2010-х гг. большинство хирургов отказывалось от таких реконструкций, прогнозируя неудовлетворительные долгосрочные результаты, что ограничивало их применение лишь в когорте пациентов

с аортальной недостаточностью, возникающей на фоне аннулодилатации [1]. В свою очередь, классическое протезирование чревато негативными последствиями: в случае с механическими клапанными протезами — пожизненным приемом антикоагулянтов, в случае с биологическими — их ранним кальцинированием и, следовательно, высокой частотой дисфункций [2; 3]. Помимо этого, протезы клапанов сердца достаточно дорогостоящие, что создает глобальную экономическую нагрузку на здравоохранение [1; 2]. В 1991 г. С.М. Duran и соавт. предложили современную методику неокуспидизации аортального клапана створками из аутоперикарда, лишенную всех недостатков классического протезирования и являющуюся универсальной для лечения различных заболеваний аортального клапана: аортального стеноза, недостаточности, инфекционного эндокардита [4]. В 2007 г. S. Ozaki и соавт. опубликовали оригинальный подход к неокуспидизации с использованием шаблонов собственной разработки, что значительно облегчило моделирование неостворок [1]. Данная технология лишена проблемы несоответствия протеза и пациента, является гемодинамически выгодной при узком диаметре фиброзного кольца аортального клапана, а также сохраняет динамическую анатомию корня аорты. Описанная ниже методика неокуспидизации представляет собой унифицированную технику С.М. Duran [4], S. Ozaki [1] и Р.Н. Комарова [5].

Хирургическая техника операции

1. Выделение лоскута аутоперикарда. Мы забрали передний листок перикарда размерами 7 × 8 см. Перикард прикрепили к пластине с небольшим натяжением несколькими швами так, чтобы его висцеральная поверхность прилежала к пластине. Жировую ткань удалили с поверхности (рис. 1). Фиксация обязательна, так как обработка глутаральдегидом может вызвать сморщивание аутоперикарда.

2. Обработка глутаровым альдегидом. Расположенный на пластине лоскут аутоперикарда поместили в 0,6% раствор глутаральдегида на 10 мин. Данная процедура необходима для децеллюляризации (создания бесклеточного ма-

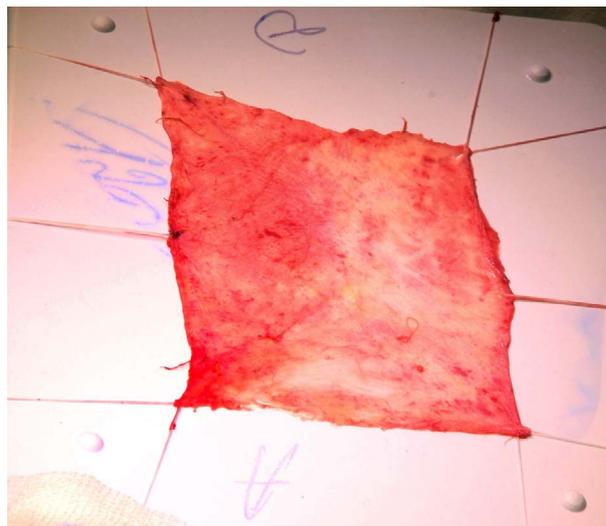


Рис. 1. Выделенный лоскут аутоперикарда, фиксированный к пластине несколькими швами

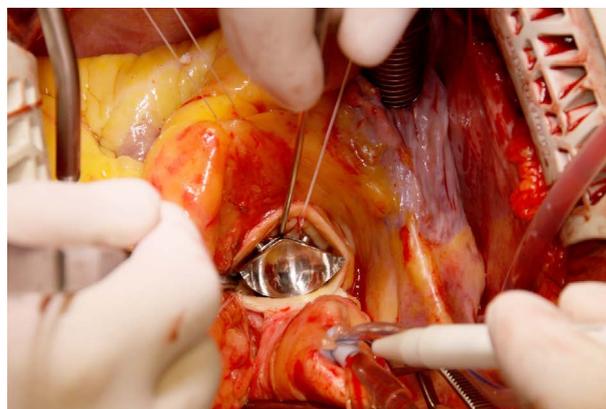


Рис. 2. Определение межкомиссурального расстояния при помощи измерителя S. Ozaki



Рис. 3. Точки первичной фиксации будущих неостворок, отмеченные посередине межкомиссуральных расстояний

трикса) — увеличения прочности, уменьшения иммунного ответа. Далее, мы поместили аутоперикард в физиологический раствор для отмачивания глутаральдегида.

3. Измерение межкомиссуральных расстояний. Непосредственно перед данным этапом мы создали экспозицию фиброзного кольца с наложением швов-держалок на комиссуры клапана. После удаления нативного аортального клапана мы определили расстояние между каждой из комиссур клапана оригинальными измерителями S. Ozaki (рис. 2). Для точности расчета измеритель должен максимально прилежать к стенке аорты. Выбор оптимального размера проводится до тех пор, пока два ребра измерителя не совпадут с двумя соседними комиссурами. Определив размер каждой из неостворок, отметили маркером первичную точку прикрепления на фиброзном кольце при помощи специальной разметки в центре измерителя (рис. 3). Процедуру повторили со всеми межкомиссуральными расстояниями. Следует отметить, что в отличие от оригинальной методики мы использовали створки симметричного размера. Для этих целей в дополнение к описанной методике мы применили результаты формулы определения истинных размеров клапана, которую разработали на основании корреляции между длиной окружности аорты на уровне синусов Вальсальвы, выявленной на большом секционном материале [6]. Размеры створок и межкомиссуральных расстояний рассчитывали по формуле: $r > 0,6$ для IC, L1, L2 и $r > 0,5$ для A, при $r < 0,01$, где L1 — длина свободного края створки, L2 — протяженность участка соединения створки и фиброзного кольца клапана аорты, A — высота створки, IC — межкомиссуральное расстояние, r — диаметр аорты на уровне синуса Вальсальвы.

4. Выкраивание неостворок. Перед процедурой удалили влагу с поверхности перикарда с помощью марлевой салфетки. Авторы операции также рекомендуют переворачивать перикард и делать разметки на висцеральной поверхности, однако мы пропустили этот

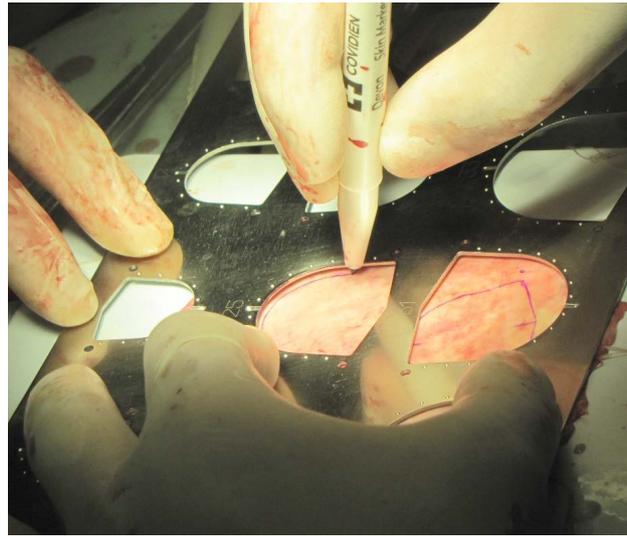


Рис. 4. Разметка контуров будущей неостворки

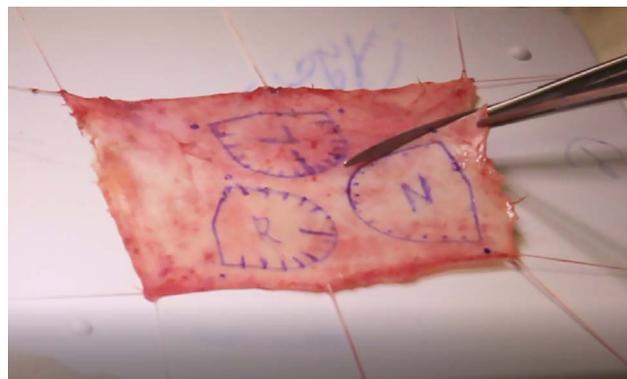


Рис. 5. Выкраивание неостворок



Рис. 6. Выкраенная неостворка, помещенная в физиологический раствор

этап для экономии времени. С использованием оригинального трафарета S. Ozaki разместили створки в соответствии с измерениями. После разметки периферии створки отметили точки на добавочных крыльях неостворки, а также отметили центр створки длинной линией (рис. 4). Каждую створку выкраивали с учетом того, что по обе стороны должны располагаться добавочные крылья шириной 5 мм (рис. 5). На трафарете обозначают рекомендуемые места вколов дополнительными точками, однако в последнее время мы также отказались от этого в пользу сокращения времени ишемии миокарда. После готовности створки поместили в физиологический раствор (рис. 6).

5. Пришивание створок к фиброзному кольцу аортального клапана. Неостворки должны быть обращены серозной поверхностью в сторону левого желудочка, а фиброзной — в сторону аорты. Створки фиксируются к фиброзному кольцу последовательно по схеме: верхняя поверхность неостворки → нижняя поверхность неостворки → нижняя поверхность фиброзного кольца → верхняя поверхность фиброзного кольца (в оригинальных работах С.М. Duran и соавт. и S. Ozaki и соавт. рекомендуется использовать полипропиленовую нить 4-0, мы использовали размер 5-0 с иглой 17 мм).

Первым этапом зафиксировали створку в месте центральной разметки к середине межкомиссурального расстояния (Nadir) (рис. 7) и завязали двумя узлами. Затем непрерывным обвивным швом сделали 3–4 последовательных стежка через неостворку и фиброзное кольцо таким образом, чтобы соотношение между стежками было 3 : 1, то есть шаг на аорте в 3 раза меньше, чем на створке (рис. 8). Это необходимо для гофрирования — создания наибольшей анатомичности будущего клапана. Последующие вколы производили в соотношении 1 : 1. Последний вкол делали на расстоянии 5 мм от края створки с выколом наружу из аорты. В дальнейшем эта нить будет завязана с соответствующей нитью от соседней створки. Игла должна проходить через стенку аорты на 2 мм ниже самой верхней точки комиссуры.

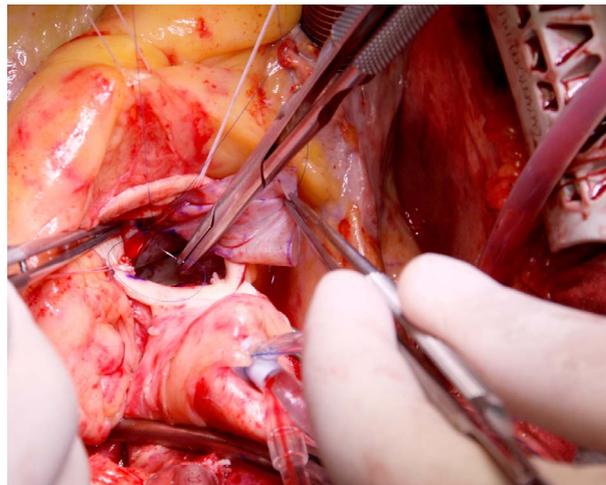


Рис. 7. Центр неостворки, соединенный с серединой расстояния между комиссурами двумя узлами



Рис. 8. Непрерывный обвивной шов створки с аортой в соотношении 3 : 1

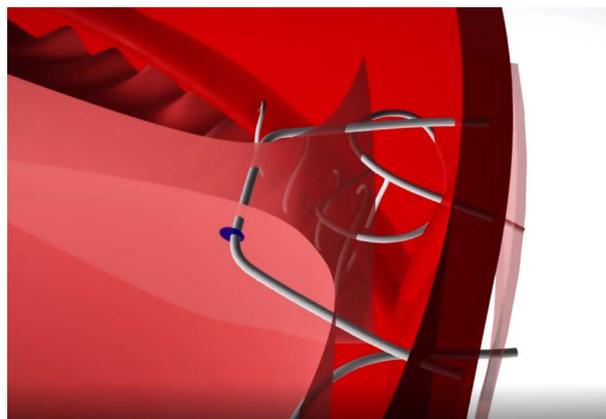


Рис. 9. Дополнительный шов, соединяющий соседние створки и образующий неокomisсуру (иллюстрация с официального сайта операции: <https://avneo.net/en/understand/>)



Рис. 10. Швы завязаны на наружной поверхности аорты (иллюстрация с официального сайта операции: <https://avneo.net/en/understand/>)

6. Создание неокомиссур. Последним отдельным швом, проходящим через верхний угол добавочного крыла несколько выше собственной комиссуры и через углы створок, сформировали неокомиссуру (рис. 9). Две нити, выведенные наружу из аорты, завязали на заплате из тефлона или аутоперикарда на наружной поверхности аорты вместе с нитями, которыми клапан фиксировали к фиброзному кольцу (рис. 10).

7. Завершение процедуры. Повторив пункты 5 и 6 со всеми створками, завершили создание неоклапана (рис. 11).

Обсуждение

Согласно накопленному опыту, можно выделить преимущества аутологичного перикарда, обработанного глутаровым альдегидом, в реконструктивной хирургии аортального клапана [1–3]:

- отсутствие иммунного ответа;
- высокая прочность;
- экономическая целесообразность;
- меньшая подверженность аутологичной ткани кальцинированию;
- сохранение физиологического движения аорты.

Тем не менее К. Liao и соавт. указывают на более высокий риск воспаления и возможную потерю гибкости из-за фиброзных дегенеративных изменений [7]. С другой стороны, G. Bianchi и соавт. опубликовали данные о том, что использование аутоло-

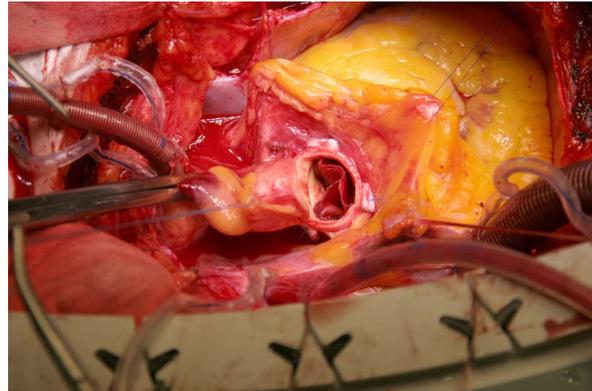


Рис. 11. Воссозданный неоклапан

гичного перикарда в реконструктивной хирургии врожденных пороков сердца позволяет улучшить результаты, по сравнению с бычьим перикардом, в отношении гемодинамических показателей, свободы от реопераций и степени дегенеративных изменений [8]. Кроме того, эксперименты на животных показывают, что фиксированный аутологичный перикард превосходит чужеродный, в меньшей степени подвергаясь кальцификации, что противоречит опубликованным результатам долговечности аутоперикарда [9]. Тем не менее поиск идеального патч-материала для реконструкции аортального клапана продолжается.

Концепцию реконструкции аортального клапана с использованием методики аутоперикардиальной неокупидизации в современном виде впервые продемонстрировали С.М. Duran и соавт. [4]. В своем подходе авторы использовали выпуклые симметричные пластиковые измерители, разработанные на основании исследования М. Swanson и R. Clark, изучивших корреляцию между размерами створок аортального клапана и диаметром фиброзного кольца [10]. С.М. Duran и соавт. из нативного перикарда выкраивали участок длиной, на 1 см превышающей диаметр фиброзного кольца, и шириной, соответствующей диаметру кольца. Для точной оценки размеров нативного клапана использовали метод транспищеводной эхокардиографии. После очистки помещали перикард в 0,5% раствор глутаральдегида с экспозицией в течение 10 мин с последующей отмывкой в физиологическом растворе также в течение 10 мин. Особенностью

технологии является то, что во время фиксации глутаральдегидом полоска перикарда удерживается над тремя выпуклыми измерителями, о которых сказано выше. Техника имплантации неостворок при таком подходе аналогична описанной нами и отличается лишь диаметром используемой нити (4-0 вместо 5-0 в нашем описании). С.М. Duran и соавт. представили следующие отдаленные результаты (максимальный период наблюдения — 60 мес., средний период — 21,2 мес.) неокуспидизации: актуарная выживаемость составила $84,53 \pm 12,29$ %, свобода от неудач реконструкции — $83,83 \pm 8,59$ %, актуарная свобода от реопераций — $72,59 \pm 12,79$ % [4].

Мировое кардиохирургическое сообщество связывает аутоперикардальную неокуспидизацию аортального клапана с именем японского хирурга S. Ozaki. В работе, опубликованной в 2011 г., S. Ozaki и соавт. подробно описали методику реконструкции клапана с использованием аутоперикарда [1]. Подготовка аутологичного перикарда включает иссечение участка не менее 7×8 см с последующей обработкой 0,6% раствором глутарового альдегида в течение 10 мин и промыванием в физиологическом растворе в течение 6 мин. Для измерения межкомиссуральных расстояний и моделирования створок используют оригинальные шаблоны, разработанные S. Ozaki и соавт. Особенностью является несимметричность имплантируемых неостворок, что объясняется необходимостью воспроизведения точной копии корня аорты. Для фиксации неостворок и формирования неоконмиссур авторы используют полипропиленовую нить 4-0. Актуарное отсутствие смерти, кумулятивная частота повторных операций и рецидивирующая умеренная аортальная регургитация составили 85,9, 4,2 и 7,3 % соответственно. Самый длительный период наблюдения — 118 мес.; средний срок наблюдения — $53,7 \pm 28,2$ мес., средний градиент на аортальном клапане через 1 нед. после операции — $14,0 \pm 6,6$ мм рт. ст., через 1 год — $15,2 \pm 6,3$ мм рт. ст. [3].

K. Wang и соавт. разработали новую методику реконструкции аортального клапана с применением обработанного глутаральдегидом аутологичного перикарда [11]. Предложенная техника отличается использованием единого листка фиксированного аутоперикарда, в отличие от трех отдельных ство-

рок при процедуре S. Ozaki. Для моделирования створок использовали оригинальный шаблон, разработанный K. Wang и соавт. Данная методика применена у 5 детей (2 — сердечная недостаточность, 2 — стеноз, 1 — стеноз / сердечная недостаточность). Фиброзное кольцо аорты разделяли на три равные части для соответствия предварительно изготовленным неостворкам. Начинали проленовые швы (5-0 или 6-0) со средней точки каждой створки, следя за тем, чтобы устья коронарных артерий располагались в проекции центра неостворок. В месте соединения листков аутоперикарда швы выводились наружу стенки аорты для создания трех неоконмиссур. Послеоперационная чреспищеводная эхокардиограмма обычно демонстрировала полную подвижность неостворок и достаточную длину зоны коаптации без признаков обструкции или регургитации. По ранним результатам также определен положительный гемодинамический эффект реконструкции. По мнению авторов, по сравнению с процедурой S. Ozaki, предлагаемая методика позволяет легче манипулировать аутоперикардальными листками, особенно при формировании неоконмиссур, что, вероятно, поможет стандартизировать данную хирургическую процедуру, однако необходимо дальнейшее наблюдение и оценка отдаленных результатов.

Как отмечалось выше, в последнее десятилетие в отечественной и мировой кардиохирургической практике реконструкцию аортального клапана по методике аутоперикардальной неокуспидизации связывают с японским хирургом S. Ozaki, называя эту операцию его именем. Тем не менее анализ истории данного метода реконструкции показывает некоторую некорректность в таком обозначении операции. Отличие концепции S. Ozaki от ранее анонсированной С.М. Duran состоит лишь в использовании оригинальных шаблонов, однако статистически достоверных различий в отдаленных результатах между двумя методиками не прослеживается. Кроме того, высокая стоимость оригинальных шаблонов S. Ozaki снижает доступность этой операции для развивающихся стран. Следует отметить, что предпринятая нами оптимизация аутоперикардальной неокуспидизации, направлена на повышение доступности и воспроизводимости этого многообещающего хирургического подхода.

По нашему мнению, формирование строго симметричных неостворок облегчает моделирование реконструированного клапана, а использование полипропиленовой нити 5-0 обеспечивает большую прецизионность, маневренность и деликатность при имплантации створок. Вместе с тем в мировой литературе представлены перспективные данные, анонсирующие возможность моделирования неоклапана без использования шаблонов [6]. С.Н. Одинокова и соавт. изучили 54 образца здоровых корней аорты, полученных посмертно, рассмотрели корреляционную связь между размерами створок и параметрами длины окружности корня аорты на уровне желудочково-аортального соединения, синусов Вальсальвы и синотубулярного соединения [6]. Данные, полученные путем корреляционного анализа, позволяют стандартизировать дизайн аутоотрансплантата клапана аорты и тем самым обеспечивать наилучшее сопоставление створок и, как следствие, функцию клапана аорты. После принятия концепции симметричной неокуспидизации мы использовали эти расчеты во всех случаях. Тем не менее эффективность и безопасность такого метода моделирования аортального клапана требует дальнейшего изучения на практике.

Заключение

Описанный подход к выполнению аутоперикардимальной неокуспидизации аортального клапана, отличающийся от оригинальной методики использованием симметричных неостворок и более деликатным шовным материалом, представляется перспективным в отношении повышения доступности и воспроизводимости и требует изучения отдаленных результатов на большом клиническом материале.

Список литературы / References

- 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>
- Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Takatoh M., Hagiwara S., Kiyohara N. Aortic valve reconstruction using autologous pericardium for aortic stenosis. *Circ J.* 2015;79(7):1504-1510. PMID: 25818901. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-14-1092>
- Ozaki S., Kawase I., Yamashita H., Uchida S., Takatoh M., Kiyohara N. Midterm outcomes after aortic valve neocuspidization with glutaraldehyde-treated autologous pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(6):2379-2387. PMID: 29567131. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.01.087>
- 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)
- Arutyunyan V., Chernov I., Komarov R., Sinelnikov Y., Kadyraliev B., Enginiov S., Tcheglov M., Ismailbaev A., Baranov A., Ashurov F., Clavel M.A., Pibarot P., Pompeu M.B.O. Sá, 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>
- Одинокова С.Н., Николенко В.Н., Комаров Р.Н., Винокуров И.А., Мнацакян Г.В., Белхароева Р.Х. Корреляции морфометрических параметров структур корня аорты, имеющие практическое значение в хирургической коррекции аортального клапана. *Морфологические ведомости.* 2020;28(1):30-36. [Odnokova S.N., Nikolenko V.N., Komarov R.N., Vinokurov I.A., Mnatsakanyan G.V., Belkharoeva R.Kh. The correlations of morphometric parameters of structures of the aortic root having practical significance in the surgical correction of the aortic valve. *Morphological Newsletter = Morfologicheskie Vedomosti.* 2020;28(1):30-36. (In Russ.)] [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28\(1\):30-36](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28(1):30-36)
- Liao K., Frater R.W., LaPietra A., Ciuffo G., Ilardi C.F., Seifert E. Time-dependent effect of glutaraldehyde on the tendency to calcify of both autografts and xenografts. *Ann Thorac Surg.* 1995;60(2 Suppl):S343-S347. PMID: 7646185. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)00286-t](https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00286-t)
- Bianchi G. eComment. Autologous pericardium is superior to conventional bovine patch in congenital heart disease reconstructive surgery: an appraisal for tissueengineered xenograft. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;17(4):702-703. PMID: 24065756, PMCID: PMC3781826. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivt368>
- Jiang W.-J., Cui Y.-C., Li J.-H., Zhang X.-H., Ding H.-H., Lai Y.-Q., Zhang H.-J. Is autologous or heterologous pericardium better for valvuloplasty? A comparative study of calcification propensity. *Tex Heart Inst J.* 2015;42(3):202-208. PMID: 26175630, PMCID: PMC4473611. <https://doi.org/10.14503/THIJ-14-4296>
- Swanson M., Clark R.E. Dimensions and geometric relationships of the human aortic valve as a function of pressure. *Circ Res.* 1974;35(6):871-882. PMID: 4471354. <https://doi.org/10.1161/01.res.35.6.871>
- Wang K., Zhang H., Jia B. Current surgical strategies and techniques of aortic valve diseases in children. *Transl Pediatr.* 2018;7(2):83-90. PMID: 29770290, PMCID: PMC5938258. <https://doi.org/10.21037/tp.2018.02.03>

How to do it: autopericardial neocuspidisation of the aortic valve

Roman N. Komarov, Stanislav V. Chernyavskii, Alisher M. Ismailbaev, Ashot O. Simonyan

Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Corresponding author. Ashot O. Simonyan, simonyanmd@gmail.com

Neocuspidisation of the aortic valve with autopericardial leaflets has been actively introduced into widespread cardiac surgery practice within the last decade. Most practicing surgeons associate this technique with scientists such as Carlos Duran and Shigeyuki Ozaki. The accumulated experience of the N. N. Burdenko Faculty of Surgery Clinic of Sechenov First Moscow State Medical University allows us to optimize approaches to autopericardial neocuspidisation of the aortic valve in order to increase the availability of procedures. The article describes in detail the technique of neocuspidisation of the aortic valve, as well as reveals some technical features and improvements regarding the quality of this procedure.

Keywords: aortic root reconstruction; aortic valve; autopericardium; neocuspidisation; prosthetics

Received 23 September 2020. Revised 17 November 2020. Accepted 18 November 2020.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

ORCID ID

R.N. Komarov, <https://orcid.org/0000-0002-3904-6415>

S.V. Chernyavskii, <https://orcid.org/0000-0002-1564-9182>

A.M. Ismailbaev, <https://orcid.org/0000-0001-8545-3276>

A.O. Simonyan, <https://orcid.org/0000-0001-7381-7925>

Copyright: © 2021 Komarov 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: Komarov R.N., Chernyavskii S.V., Ismailbaev A.M., Simonyan A.O. How to do it: autopericardial neocuspidisation of the aortic valve. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2021;25(1):120-127. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-1-120-127>