

# Реимплантация корня аорты в протез: новый виток клапаносохраняющих операций

© Чернявский А.М., Хван Д.С., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М.

Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения имени академика Е.Н. Мешалкина Министерства здравоохранения Российской Федерации, 630055, Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Поступила в редакцию 4 мая 2016 г. Принята к печати 17 июня 2016 г.

Для корреспонденции: Хван Дмитрий Сергеевич, врач-сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения аорты и коронарных артерий.  
Email: d\_hvan@meshalkin.ru

<b>Введение</b>	Целью данной работы была клинично-функциональная оценка модифицированной техники Florida Sleeve при хирургической коррекции аневризм восходящего отдела аорты с сопутствующей аортальной недостаточностью.
<b>Материал и методы</b>	32 пациентам была выполнена клапаносохраняющая операция по модифицированной методике Florida Sleeve у пациентов с аневризмой восходящего отдела аорты и аортальной недостаточностью. Средний период наблюдения составил 17 (0–60) месяцев. Средний возраст больных – 56±13 лет.
<b>Результаты</b>	Ожидаемая 4-летняя кумулятивная выживаемость составила 84,3%. Общая свобода от аортальной недостаточности в отдаленном периоде – 88,9%. Медиана аортальной регургитации составила 1+ (1; 2). Клапанасоцированных осложнений в отдаленном периоде не выявлено.
<b>Выводы</b>	Методика реимплантации корня аорты в протез позволяет оптимально скорректировать патологические изменения корня аорты без протезирования аортального клапана, демонстрируя стабильные клинично-функциональные результаты в отдаленном периоде наблюдения.
<b>Ключевые слова</b>	Аневризма аорты • Аортальный клапан • Клапаносохраняющие операции

**Как цитировать:** Чернявский А.М., Хван Д.С., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М. Реимплантация корня аорты в протез: новый виток клапаносохраняющих операций. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2016;20(2):49-57. DOI: 10.21688-1681-3472-2016-2-49-57

Основными клапаносохраняющими операциями в арсенале современной хирургии аневризм корня аорты с сопутствующей аортальной недостаточностью являются реимплантация и ремоделирование корня аорты [1, 2]. Проблемой для широкого распространения клапаносохраняющих операций является их сложность и длительность, определенная непредсказуемость, а выбор протеза и визуальная оценка качества коррекции основаны в большей степени на опыте оперирующего хирурга [3, 4, 5]

В 2005 году Р. Ness предложил методику Florida Sleeve, которая позволила по-новому взглянуть на сохранение аортального клапана [6]. Технология подразумевает реимплантацию всего корня аорты в дакроновый протез соответствующего размера, необходимого для достижения адекватной компетентности клапана аорты, без необходимости реимплантации устьев коронарных артерий. Данная техника клапаносохраняющей реконструкции корня аорты в модифи-

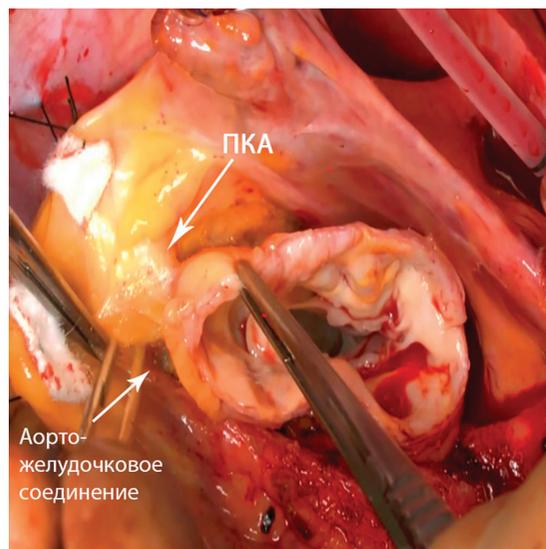
цированном варианте выполняется в ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина наряду с операцией David [7]. В данной работе представлена клинично-функциональная оценка этой хирургической техники.

## Материал и методы

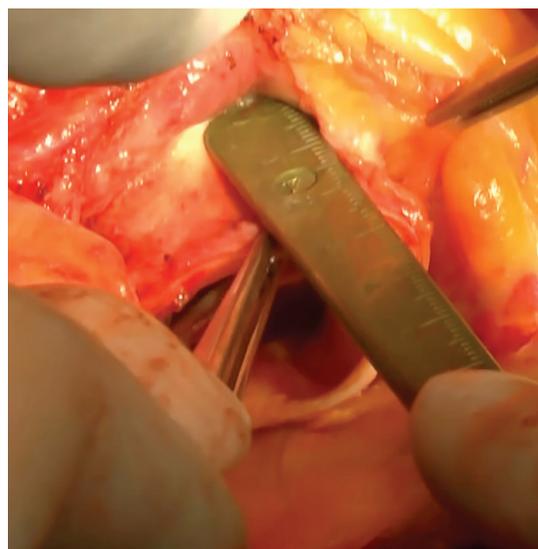
За последние 5 лет в ННИИПК выполнено 96 клапаносохраняющих операций пациентам с аневризмой восходящего отдела аорты и аортальной недостаточностью, 32 пациентам была проведена операция модифицированной методики Florida Sleeve.

В отдаленном периоде наблюдения обследовано 26 пациентов. Не включены пациенты с летальным исходом и подвергшиеся протезированию аортального клапана. Все пациенты проходили ежегодный осмотр и трансторакальную и чреспищеводную эхокардиографию (ЭхоКГ).





**Рис. 1.** Выделение корня аорты.  
ПКА – правая коронарная артерия  
**Fig. 1.** Exposure of aortic root  
ПКА is right coronary artery

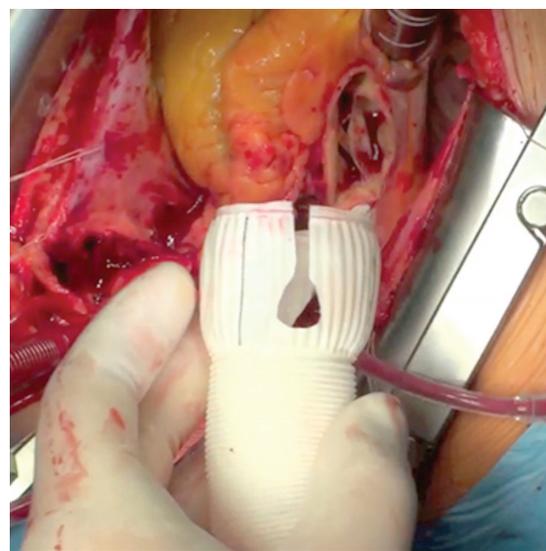


**Рис. 2.** Измерение высоты корня аорты и расстояния до правой коронарной артерии  
**Fig. 2.** Measuring the height of the aortic root and the distance to the right coronary artery

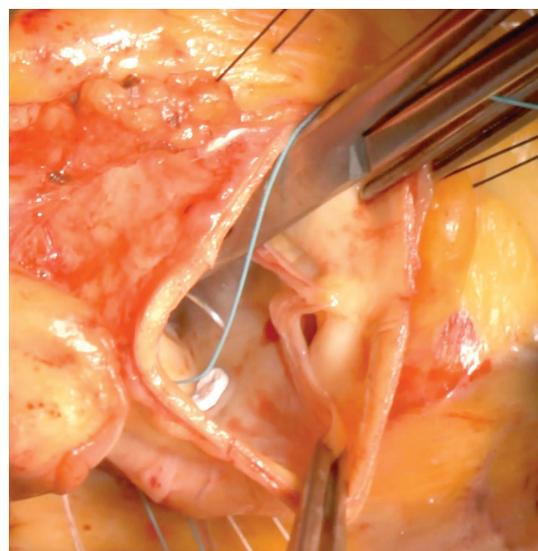
## Статистический анализ

Для составления представления о выборке были использованы методы описательной статистики. Для непрерывных данных при нормальном распределении использовалось среднее значение  $\pm \delta$  с распределе-

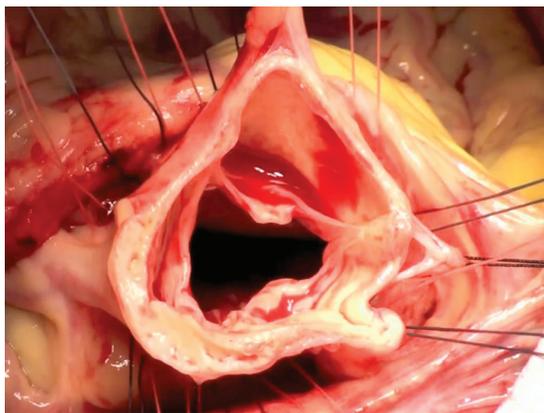
нием, отличным от нормального. Дискретные данные представлены как медиана и соответствующий интервал между 25-м и 75-м процентлями (Q1; Q3), категориальные данные представлены в виде процентов. Достоверность различий между сравниваемыми группами ( $p$ ) для непрерывных данных рассчиты-



**Рис. 3.** Подготовка протеза для имплантации корня  
**Fig. 3.** Preparing the graft for root implantation



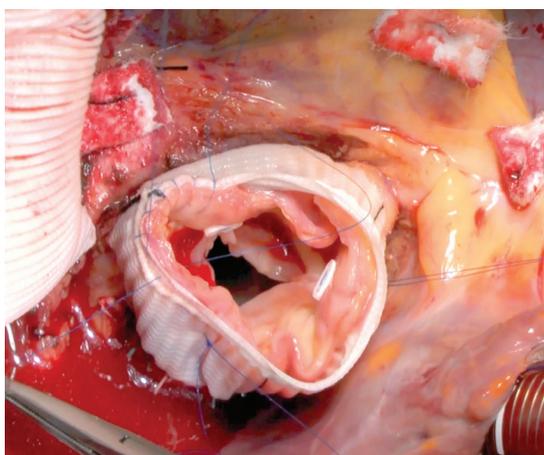
**Рис. 4.** Наложение субаннулярных швов  
**Fig. 4.** Suturing



**Рис. 5.** Субаннулярные швы  
**Fig. 5.** Subannular sutures



**Рис. 6.** Фиксация проксимальной части протеза  
**Fig. 6.** Attaching a proximal section of the graft



**Рис. 7.** Фиксация синотубулярного гребня к дистальной части протеза  
**Fig. 7.** Attaching the sinotubular ridge to a distal part of the graft

лась с использованием непараметрических критериев Манна – Уитни в независимых группах и Уилкоксона в зависимых для категориальных данных с помощью таблиц сопряжения с применением двустороннего точного теста Фишера. Уровень значимости между сравниваемыми группами считался достоверным при  $p < 0,05$ , что соответствует критериям, принятым в медико-биологических исследованиях. Кривые выживаемости построены на основании метода Kaplan – Meier. Статистическую обработку данных выполняли в программе Statistica 10.0 (Statsoft, Inc., США).

### Методика реимплантации корня аорты в протез

Операция выполняется через стандартный хирургический доступ – срединную стернотомию. После начала искусственного кровообращения осуществляется окклюзия аорты. Восходящий отдел аорты пересекается на 1 см выше синотубулярного соединения, после чего выполняется селективная антеградная кардиоплегия в устья коронарных артерий.

Далее проводится ревизия корня аорты и аортального клапана. Особое внимание при визуальной оценке уделяется состоянию створок (фиброзу, кальцинозу, перфорациям, пролапсу), соотношению элементов корня аорты и отсутствию их расслоения. Корень аорты выделяется по окружности до уровня аорто-желудочкового контакта (рис. 1). Особой осторожности требует мобилизация проксимальной части коронарных артерий и выделение корня аорты около них.

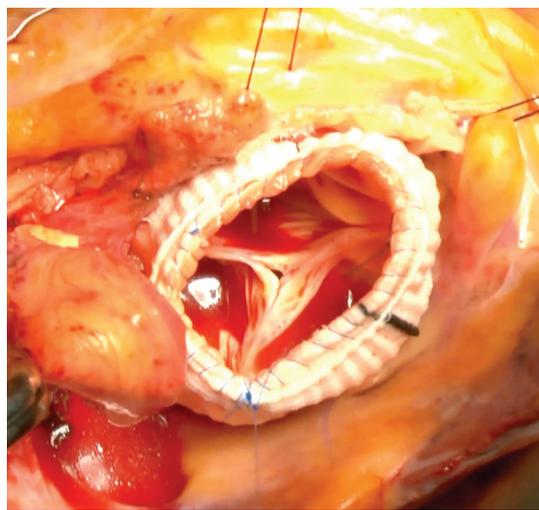
После визуальной оценки корня аорты измеряется диаметр фиброзного кольца аортального клапана с помощью измерителей стандартного диаметра. Также измеряется расстояние от основания корня аорты до устьев коронарных артерий и синотубулярного гребня по каждой комиссуре, что необходимо для подготовки протеза (рис. 2).

Подбор протеза выполняется из расчета на 4–5 мм больше измеренного диаметра фиброзного кольца. Протез должен обеспечивать эффективную коаптацию створок и при этом быть достаточным для размещения в нем дилатированных синусов Вальсальвы. Для этих целей лучше использовать протезы с искусственными синусами Вальсальвы, принимая во внимание, что на уровне синусов протезы в диаметре шире, чем основная часть.

На следующем этапе подготавливается протез. Высота юбки протеза должна соответствовать измеренной высоте по каждой из комиссур, при этом все комиссуры должны находиться на уровне синотубулярного гребня протеза. Затем на протезе отме-

чаются расположения коронарных артерий, после чего в нем изготавливаются вертикальные прорезы по обозначенным позициям в виде «замочной скважины» (рис. 3). Длина щелей соответствует измеренному расстоянию от основания корня аорты до нижней части коронарных артерий. В месте расположения устьев коронарных артерий делают округлые отверстия.

На следующем этапе накладывают субаннулярные П-образные швы плетеной нитью 3/0 на тефлоновых прокладках, располагая их горизонтально по кругу на 1–2 мм ниже створок аортального клапана изнутри наружу так, чтобы прокладки не касались створок (рис. 4, 5). В месте между некоронарным и правым коронарным синусами швы необходимо располагать по контуру створок, чтобы избежать осложнений со стороны проводящей системы и мембранозной перегородки. Непосредственно под коронарными артериями швы не накладываются. Швы используются лишь для фиксации протеза к выходному отделу левого желудочка и не являются гемостатическими. Подготовленный протез фиксируется к выходному отделу наложенными швами, проведенными через его основание (рис. 6). Протез отрезается на уровне синотубулярного гребня. Далее каждая комиссура фиксируется к протезу мононитью 5/0 (рис. 7). Проверяется коаптация створок клапана, при эффективной коаптации протез и аорта на уровне синотубулярного гребня сшиваются вместе

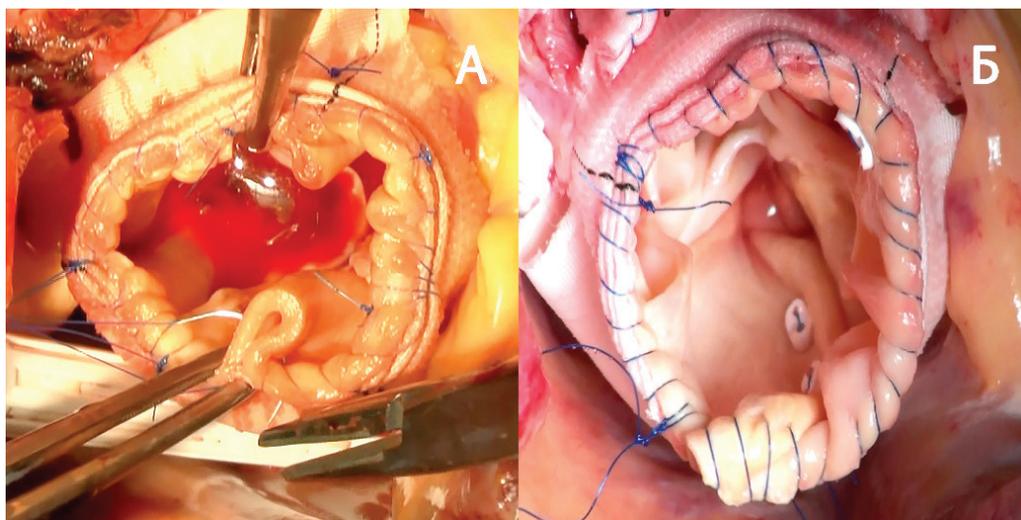


**Рис. 8.** Конечный вид реимплантации корня аорты в протез

**Fig. 8.** Final view of the aortic root implanted in the graft

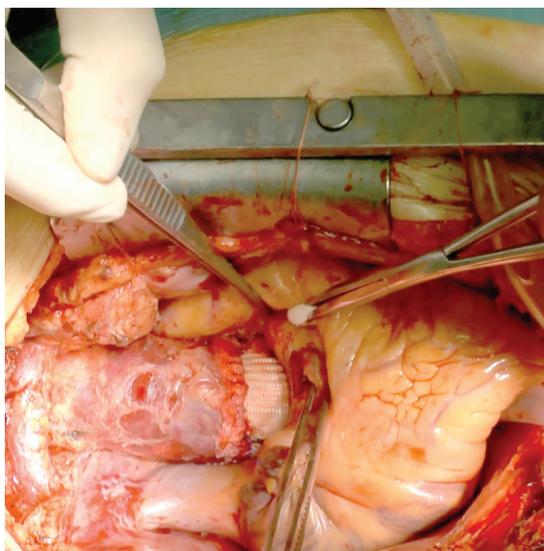
непрерывным швом ранее наложенными нитями на комиссуры, как показано на рис. 8.

Если отмечается значительная дилатация некоронарного синуса и/или синотубулярного гребня, то



**Рис. 9.** Пликационная пластика синотубулярного гребня и некоронарного синуса на прокладках: а – пликация и гафрирование некоронарного синуса на уровне синотубулярного соединения; б – пластика некоронарного синуса на прокладках, конечный вид

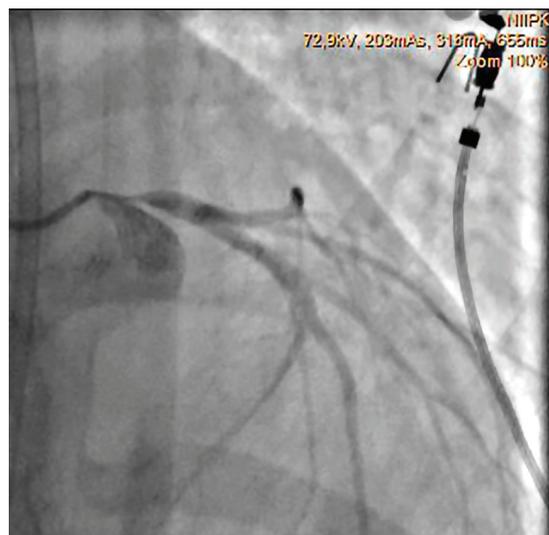
**Fig. 9.** Teflon liner-based plication plasty of sinotubular ridge and non-coronary sinus: а – plication and reefing of non-coronary sinus at the level of the sinotubular junction; б – teflon liner-based plication of non-coronary sinus, final view



**Рис. 10.** Конечный вид операции

**Fig. 10.** Final view of surgery

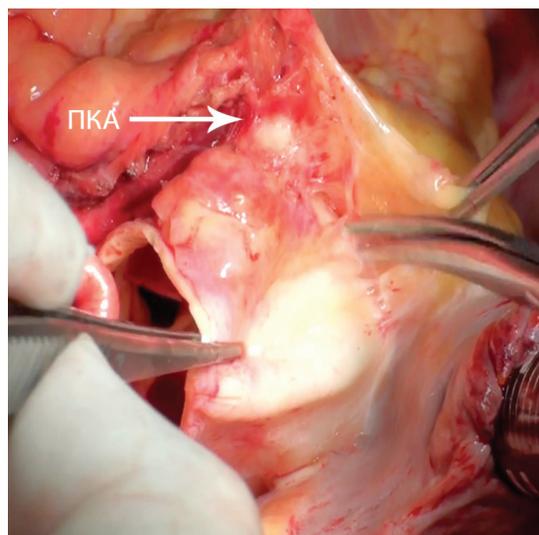
выполняется линейная пликационная пластика синуса П-образными швами на тefлоновых прокладках с фиксацией к протезу снаружи (рис. 9). На последнем этапе выполняется дистальный анастомоз между



**Рис. 11.** Коронароангиография у пациента с коронарной недостаточностью после операции по оригинальной методике Florida Sleeve

**Fig. 11.** Coronary angiography in a patient with coronary insufficiency following Florida Sleeve procedure

протезом корня аорты и протезом восходящего отдела аорты либо с восходящим отделом аорты (рис. 10). После профилактики воздушной эмболии снимается зажим с аорты, восстанавливается сердечная деятельность, и операция заканчивается по стандартной методике. Оригинальная методика Florida Sleeve предполагает сшивание протеза под коронарными артериями для предотвращения дилатации фиброзного кольца. При выполнении первых операций мы придерживались оригинальной методики, описанной Р. Несс. Однако в одном из случаев наблюдалось развитие острой коронарной недостаточности после выезда из операционной в палату отделения реанимации и интенсивной терапии. По результатам коронарографии определены перегиб и сдавление ствола левой коронарной артерии (рис. 11), как мы полагаем, возникший после расправления корня аорты в результате недостаточного размера отверстий в протезе, что вызвало деформацию устья коронарной артерии. Пациенту выполнено стентирование данного сегмента с положительным клиническим и ангиографическим результатом. В последующем решено модифицировать методику: не выделять корень аорты под коронарными артериями и не сшивать протез под ними (рис. 12). Это позволило не только избежать возможных проблем с коронарным кровотоком, но также сократить время выполнения операции.



**Рис. 12.** Сохранение невыделенного пространства под правой коронарной артерией профилактирует стенозирование устьев коронарных артерий протезом после операции

**Fig. 12.** Keeping the area under the right coronary artery unexposed prevents the graft to obstruct the coronary ostia after surgery

Что касается непрерывности аннулопластического кольца, то стоит отметить, что большая окружность кольца фиксирована к протезу, и только 3–4 мм окружности под коронарными артериями остаются интактными. По нашему мнению, это не может привести к дилатации фиброзного кольца, хотя необходимо дальнейшее изучение.

## Результаты

Подробная предоперационная клиническая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

**Таблица 1** Клиническая характеристика пациентов

Показатель	n = 32
Возраст, лет, (M±δ)	56±13
Мужчин, n (%)	25 (78)
Синдром Марфана, n (%)	2 (6)
Аневризма дуги аорты, n (%)	9(28)
Расслоение аорты типа А, n (%)	4 (13)
Функциональный класс по NYHA, (M±δ)	2,5 (2; 3)
I	4 (13%)
II	12 (38%)
III	16 (50%)
IV	0
Значимое поражение коронарных артерий, n (%)	7 (22)
EuroSCORE II	2,5±1,6
Параметры эхокардиографии, (M±δ) мм	
диаметр кольца аортального клапана	27±2
диаметр синусов Вальсальвы	51±7
диаметр синотубулярного гребня	49±6
диаметр восходящего отдела аорты	57±11
Аортальная регургитация (+)	3 (2; 3)
1+	1 (3%)
2+	13 (41%)
3+	16 (50%)
4+	2 (6%)
Фракция выброса левого желудочка, (M±δ) %	62±7
Конечный диастолический объем левого желудочка, (M±δ) см	5,5±0,7

Средний период наблюдения за больными составил 17 (0–60) месяцев. В ближайшем послеоперационном периоде умерло два пациента. В отдаленном периоде наблюдения зарегистрировано еще два летальных исхода через 8 и 9 месяцев после операции, поздняя летальность составила 6%. Причиной смерти в первом случае явилось острое нарушение мозгового

кровообращения по ишемическому типу в результате эмболии на фоне пароксизмальной формы фибрилляции предсердий. Пациентка не получала антикоагулянты. Во втором случае причиной смерти явился трансмуральный инфаркт миокарда у пациента, которому выполнялась реимплантация корня аорты в протез в сочетании с многососудистым коронарным шунтированием.

На основании полученных результатов при динамическом наблюдении построена кривая выживаемости (рис. 13). Ожидаемая 4-летняя кумулятивная выживаемость составила 84,3%.

Одним из важнейших критериев эффективности клапаносохраняющей операции в отдаленном периоде является свобода от аортальной недостаточности более 2+ ст. Всем пациентам с аортальной недостаточностью более 2+ степени выполнялось протезирование аортального клапана. Протезирование аортального клапана потребовалось двум пациентам через 7 и 20 месяцев. У всех пациентов, подвергшихся реоперации, при визуальном осмотре отмечалось утолщение и пролабирование одной или нескольких створок аортального клапана, а при гистологическом исследовании удаленных створок при протезировании аортального клапана – фиброз, склероз, круглоклеточная инфильтрация и миксоматозная дегенерация тканей створок. Общая свобода от аортальной недостаточности в отдаленном периоде составила 88,9% (рис. 14).

Случаев клапанобусловленных тромбозов, кровотечений и эндокардита зарегистрировано не было. После хирургического лечения большинство пациентов (81%) имели I–II функциональный класс. В отдаленном периоде функциональный класс сердечной недостаточности статистически достоверно снизился по сравнению с предоперационным уровнем, что отражает положительный клинический эффект оперативных вмешательств.

Данная хирургическая методика оказывает позитивный клинический эффект, что проявляется снижением функционального класса сердечной недостаточности. Методика позволяет оптимально скорректировать имеющиеся патологические изменения корня аорты без протезирования аортального клапана.

Всем пациентам выполняли ежегодную, а при необходимости внеочередную трансторакальную ЭхоКГ с целью контроля и оценки функции клапана. Это позволило проанализировать гемодинамические и функциональные характеристики клапанного аппарата и камер сердца в динамике. Данные ЭхоКГ в отдаленном периоде представлены в табл. 2.

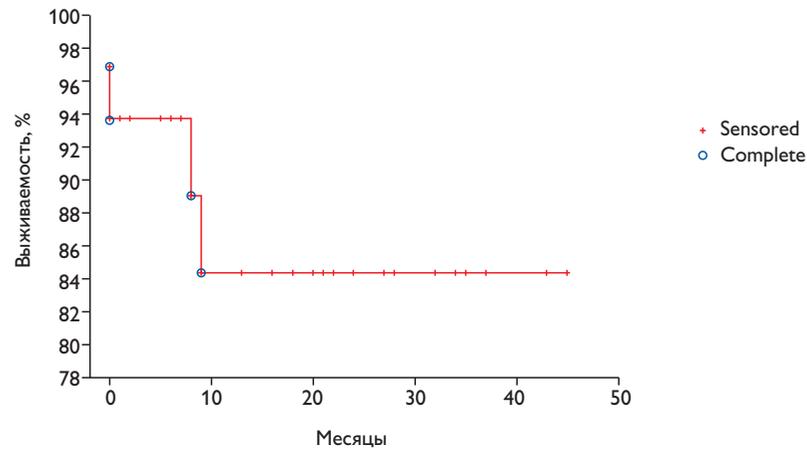


Рис. 13. Кумулятивная выживаемость

Fig. 13. Cumulative survival rate

## Обсуждение

Строение корня аорты обеспечивает значительное снижение нагрузки, испытываемой аортальным клапаном [1, 8, 9]. Методика реимплантации корня аорты позволяет выполнить ремоделирование корня аорты, сохранив синусы Вальсальвы, что является одним из предикторов долгосрочного функционирования аортального клапана, а отсутствие травмирования створок о стенки протеза снижает риск склероза и эндо-

кардита аортального клапана. Реимплантация корня аорты не требует дополнительного обеспечения и инструментария, используются стандартные протезы корня аорты. Эту операцию можно выполнять в любой клинике, где проводят клапаносохраняющие операции. Сама методика по воздействию на корень аорты схожа с операцией David. Данная методика восстанавливает стереометрию корня аорты. Техника операции предполагает стабилизацию фиброзного

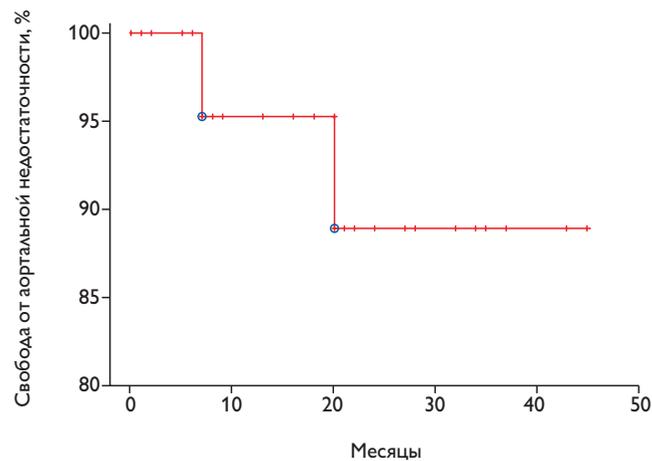


Рис. 14. Свобода от аортальной недостаточности более 2+ ст.

Fig. 14. Freedom from aortic insufficiency more than 2+ Grade

**Таблица 2** Показатели эхокардиографии в послеоперационном периоде

Параметр	Отдаленные, n = 26
Диаметр кольца аортального клапана, мм	26 (25; 27)
Диаметр синусов Вальсальвы, мм	43 (38; 47)
Диаметр синотубулярного гребня, мм	31 (29; 32)
Аортальная регургитация (+)	1 (1; 2)
0+	6 (23%)
1+	9 (34%)
2+	11 (42%)
Фракция выброса левого желудочка, (M±δ) %	61,6±8
Конечный диастолический размер левого желудочка, см	5,3 (5,1; 5,6)

кольца аортального клапана [10]. Укрепление стенки корня аорты предотвращает дальнейшее расширение элементов корня аорты, что позволяет применять данную методику у пациентов с синдромом Марфана.

Преимуществом данной методики в сравнении с операцией David является отсутствие необходимости в реимплантации коронарных артерий, выкраивании синусов и фиксации комиссуральных стоек, что в свою очередь снижает риск как кровотечения, так и возможной деформации коронарных артерий при реимплантации. Также стоит отметить, что при изолированном вмешательстве на корне аорты данная методика позволяет полностью изолировать протез от сосудистого русла и исключить контакт створок со стенкой протеза.

Более простая и технически менее нагруженная реимплантация корня аорты уменьшает время окклюзии аорты и длительность искусственного кровообращения по сравнению с операцией David, что должно положительно сказаться на развитии осложнений, связанных с искусственным кровообращением и окклюзией аорты [11].

Сравнительный анализ реимплантации корня аорты и операции David у пациентов с аневризмой восходящего отдела аорты и сопутствующей аортальной недостаточностью демонстрирует сопоставимые клинико-функциональные результаты при минимальном риске клапанобусловленных осложнений как в ближайшем, так и отдаленном периодах наблюдения [7].

Результаты свободы от аортальной недостаточности сопоставимы, что свидетельствует об эффективности реимплантации корня аорты в отдаленном периоде наблюдения, сравнимой с операцией David [7]. Основной причиной протезирования аортального клапана после клапаносохраняющей операции явилось прогрессирование патологического процесса. Так у всех

пациентов, подвергшихся реоперации, при визуальном осмотре отмечались утолщение и пролабирование одной или нескольких створок, а при гистологическом исследовании – фиброз, склероз, круглоклеточная инфильтрация и миксоматозная дегенерация тканей створок. Вероятность травмирования створок исключена, поскольку при реимплантации корня аорты протез исключен из сосудистого русла, так как он располагается экстрааортально.

Реимплантация корня аорты в протез позволяет упростить и ускорить реконструкцию корня аорты у пациентов с аневризмой корня аорты и сопутствующей аортальной недостаточностью, демонстрируя сопоставимые результаты с методикой реимплантации аортального клапана в протез в отдаленном периоде наблюдения.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Список литературы

- David T.E., Feindel C.M. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1992. Vol. 103. No. 4. P. 617–621.
- Sarsam L.A.J., Yacoub M. Remodeling of the aortic valve annulus // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1993. Vol. 105. P. 435–438.
- David T.E., Feindel C.M., Webb G.D., Colman J.M., Armstrong S., Maganti M. Long-term results of aortic valve-sparing operations for aortic root aneurysm // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006. Vol. 132. No. 2. P. 347–354.
- Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., Bersin R.M., Carr V.F., Casey D.E.Jr., Eagle K.A., Hermann L.K., Isselbacher E.M., Kazerooni E.A., Kouchouk N.T., Lytle B.W., Milewicz D.M., Reich D.L., Sen S., Shinn J.A., Svensson L.G., Williams D.M. et al. 2010 ACCF/ AHA/ AATS/ ACR/ ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the Diagnosis and Management of Patients With Thoracic Aortic Disease // *Circulation.* 2010. Vol. 121. P. e266–e369. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3181d4739e.
- Miller D.C. Valve-sparing aortic root replacement in patients with the Marfan syndrome // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003. Vol. 125. No. 4. P. 773–778.
- Hess P.J. Jr., Klodell C.T., Beaver T.M., Martin T.D. The Florida sleeve: a new technique for aortic root remodeling with preservation of the aortic valve and sinuses // *Ann. Thorac. Surg.* 2005. Vol. 80. No. 2. P. 748–750.
- Чернявский А.М., Хван Д.С., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М. Результаты реимплантации корня аорты в протез у пациентов с аневризмой восходящего отдела аорты и недостаточностью аортального клапана // *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2015. Т. 19. № 4. С. 38–47.

8. Hopkins R.A. Aortic valve leaflet sparing and salvage surgery: evolution of techniques for aortic root reconstruction // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2003. Vol. 24. No. 6. P. 886–897.
9. Чернявский А.М., Альсов С.А., Сирота Д.А., Хван Д.С. Хирургическая техника экстравальвулярного протезирования восходящего отдела аорты с использованием протеза с искусственными синусами Вальсальвы // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2012. Т. 5. № 3. С. 41–43.
10. Patel N.D., Weiss E.S., Alejo D.E., Nwakanma L.U., Williams J.A., Dietz H.C., Spevak P.J., Gott V.L., Vricella L.A., Cameron D.E. Aortic root operations for Marfan syndrome: a comparison of the Bentall and valve-sparing procedures // *Ann. Thorac. Surg.* 2008. Vol. 85. No. 6. P. 2003–2010. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.01.032.
11. Чернявский А.М., Хван Д.С., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М. Ближайшие результаты выполнения реимплантации корня аорты в протез // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014. Т. 6. С. 54–58.

### Aortic root reimplantation procedure: a new milestone in aortic valve-sparing operations

Aleksandr Chernyavskiy, Dmitriy Khvan, Sergey Alsov, Dmitriy Sirota, Maksim Lyashenko

Research Institute of Circulation Pathology, Ministry of Health Care of Russian Federation, 15 Rechkunovskaya St., 630055 Novosibirsk, Russian Federation

**Corresponding author.** Dmitriy Khvan, Cardiovascular Surgeon. Email: d\_hvan@meshalkin.ru

**Aim:** Emphasis in this study was placed on clinical and functional assessment of a modified "Florida Sleeve" procedure during surgical correction of ascending aorta aneurysms with concomitant aortic insufficiency.

**Methods:** 32 patients with an aneurysm of the ascending aorta and aortic insufficiency underwent a modified "Florida Sleeve" procedure. The average follow-up was 17 (0-60) months. The average age of patients was 57±13 (23-73) years 56±13 years.

**Results:** The expected 4-year cumulative survival rate was 84.3%. Overall freedom from aortic insufficiency in the late period was 88.9%. Median aortic regurgitation was 1+ (1; 2). Long-term follow-up revealed no valve-associated complications.

**Conclusion:** The aortic root reimplantation procedure enables optimal correction of the existing lesions of the aortic root without performing aortic valve replacement and demonstrates stable clinical and functional outcomes in the long-term period.

Received 4 May 2016. Accepted 17 June 2016.

**Funding:** The study had no sponsorship.

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

**Copyright:** © 2016 Chernyavskiy et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

**How to cite:** Chernyavskiy A, Khvan D, Alsov S, Sirota D, Lyashenko M. Aortic root reimplantation procedure: a new milestone in aortic valve-sparing operations. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2016;20(2):49-57. (In Russ.). DOI: 10.21688-1681-3472-2016-2-49-57