

# История реконструктивной хирургии аорты и аортального клапана

© Р.Н. Комаров, П.А. Каравайкин, В.В. Мурылёв

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),  
Министерство здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 11 июля 2017 г. Принята к печати 21 июля 2017 г.

Для корреспонденции: Павел Александрович Каравайкин, karavaykin.pa@gmail.com

Хирургия аорты остается наиболее сложным и бурно развивающимся разделом сердечно-сосудистой хирургии. История хирургии аневризм аорты прошла несколько этапов: от нереконструктивного, когда подручными средствами добивались уменьшения риска аорта-ассоциированных осложнений, не удаляя аневризму, до рентгенэндоваскулярного. Однако открытые вмешательства до сих пор остаются «золотым стандартом» хирургии аорты. Совершенствуются методы защиты внутренних органов, расходные материалы. Также сложный путь прошла хирургия аортального клапана, являющегося неотъемлемой частью восходящей аорты. В обзоре прослежены основные успехи в реконструктивной хирургии пороков аортального клапана и заболеваний аорты. Упомянуты только первые в своем роде вмешательства, закончившиеся улучшением состояния пациентов, выполненные великими новаторами своего времени. Отражен вклад советских и российских хирургов в мировую хирургию аорты.

**Ключевые слова** аорта; аортальный клапан; история; реконструктивная хирургия

**Как цитировать:** Комаров Р.Н., Каравайкин П.А., Мурылёв В.В. История реконструктивной хирургии аорты и аортального клапана. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2017;21(3S):45-60. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3S-45-60>

## Введение

Первые описания аневризм аорты можно встретить в древнеегипетских папирусах, и уже тогда люди понимали их опасность и предпринимали попытки лечения. На протяжении многих столетий до внедрения в практику сосудистого шва с различной эффективностью применялись нереконструктивные методы лечения аневризм. К таким методам относятся [1, 2]:

1. Компрессия аневризмы — сдавление извне с помощью специальных приспособлений с целью вызвать тромбоз в полости аневризмы.
2. Тромботическая окклюзия — введение в полость аневризмы инородных предметов, например металлической проволоки, с целью стимуляции тромбообразования в полости аневризмы.
3. Аппликация в парааневризматическое пространство раздражающих веществ с целью фибрирования и усиления стенки аневризмы.
4. Внешнее окутывание аневризмы с помощью целлофана, дакрона, кожного или фасциального лоскута.

5. Аневризморафия — ушивание устья аневризмы из ее полости.
6. Констрикция приводящего сосуда — редукция диаметра артерии проксимальнее аневризмы с целью уменьшения кровотока в аневризме и развития коллатеральной сети.
7. Уменьшение давления в полости аневризмы путем наложения парааневризматической артериовенозной фистулы.
8. Экстирпация аневризмы — полное удаление аневризмы без восстановления проходимости артерии.

Во всем мире признан приоритет отечественных хирургов во вмешательствах на восходящей аорте. Первая успешная операция на восходящей аорте выполнена Иустином Ивлиановичем Джанелидзе 27 октября 1913 г. в Петропавловской больнице Санкт-Петербурга. Профессор Джанелидзе выполнил ушивание 8-миллиметрового колотого ранения восходящей аорты у 20-летнего пациента с клиникой тампонады сердца. Расширив рану в первом межреберье слева от грудины



вниз, резецировав второе ребро и перекусив третье, Джанелидзе эвакуировал кровь из полости перикарда и с успехом ушил дефект в восходящей аорте тремя узловыми швами [3, 4]. Однако наибольшие успехи в хирургии заболеваний аорты и аортального клапана наблюдались начиная с 40-х гг. XX в.

В данном обзоре прослежены основные успехи в реконструктивной хирургии пороков аортального клапана и заболеваний аорты. Упоминаются только первые в своем роде вмешательства, закончившиеся улучшением состояния пациентов.

### Хирургия аортального клапана

Хирургия аортального клапана берет свое начало еще в эру до искусственного кровообращения. Первым в поле зрения хирургов попал стеноз аортального клапана. Пожалуй, первое успешное вмешательство при стенозе аортального клапана выполнил французский хирург Theodore Tuffier 13 июля 1912 г. Операция у 26-летнего пациента с прогрессирующим стенозом аортального клапана заключалась в следующем: хирург, осуществив доступ к сердцу, не вскрывая аорту, пальцем инвагинировал ее стенку в аортальное отверстие и вслепую разрушил сращения створок аортального клапана. Есть данные о восьмилетней выживаемости пациента [5].

Аортальная недостаточность, будучи пороком морфологически более сложным, была недоступна хирургам до 1952 г. В октябре 1952 г. Charles Anthony Hufnagel впервые выполнил гетеротопическую имплантацию первого в мире искусственного протеза клапана сердца [6]. Протез, представлявший собой метакрилатную трубку с расширением в средней части и метакрилатным шариком внутри, был имплантирован в нисходящую аорту тотчас дистальнее левой подключичной артерии. В диастолу шарик перекрывал просвет трубки, а в систолу открывал его. Таким образом, объем регургитации складывался только из крови, попавшей в брахиоцефальные артерии. Использовалась бесшовная техника имплантации с помощью специальных распорных колец. К 60-м гг. XX в. количество операций достигло 400. Известен случай функционирования протеза Hufnagel через 23 года после имплантации [7].

Популярным в 1950-е гг. являлось использование гомологических тканей для восстановления структур сердца и крупных сосудов, так как искусственные устройства были несовершенны. В 1954 г. Gordon (Donald Walter Gordon) Murray и соавт., воспользовавшись опытом Hufnagel, описали имплантацию в нисходящую аорту трупного гомографта, полученного от 32-летнего пациента через 36 ч после смерти [8]. Гомографт корня аорты был интерпонирован в нисходящую аорту за 37 мин. Примечательно, что при пережатии нисходящей аорты авторы разработали

методику временного шунтирования крови пластиковой трубкой.

Первая успешная попытка пластики аортального клапана при его недостаточности датирована 23 мая 1956 г. Clarence Walton Lillehei и соавт. доложили об успешной бикуспидализации трехстворчатого аортального клапана с утолщенными створками и аортальной регургитацией [9]. Две створки были сшиты двумя матрасными швами, тем самым был ликвидирован пролапс у 52-летней пациентки. Ренессанс пластических вмешательств на аортальном клапане наблюдался только начиная с 1980-х гг.

Идея замены створок синтетическим материалом впервые была реализована 15 сентября 1959 г. Henry Theodore Bahnson оперировал в условиях искусственного кровообращения 42-летнего шахтера с клиникой стеноза аортального клапана. При ревизии отмечен массивный кальциноз и сращение левой и правой коронарных створок, а также правой коронарной и некоронарной створок. Комиссуротомия и частичная декальцинация не привели к удовлетворительной подвижности, и доктор Bahnson резецировал некоронарную створку с оставлением бортика и пришил к нему выкроенную из тефлона неостворку [10]. В послеоперационном периоде клиника сердечной недостаточности значительно регрессировала. К сожалению, впоследствии от методики отказались, так как тефлоновые створки подвергались значительному кальцинированию в отдаленном периоде. Впервые в СССР тефлоновые створки в позицию аортального клапана имплантировал Сергей Алексеевич Колесников в феврале 1964 г. [11].

Приоритет в субкоронарной имплантации механического протеза аортального клапана принадлежит Dwight Emary Harken и соавт. [12]. 10 марта 1960 г. Harken, вдохновившись рядом экспериментальных исследований, применил шариковый протез собственного изготовления в позиции аортального клапана. Широкого распространения протез не получил по причине двойной удерживающей шарик клетки, слишком широкой для использования у большинства пациентов [13]. На смену протезу Harken пришли более эргономичные шариковые протезы Starr – Edwards, а впоследствии дисково-поворотные и створчатые протезы. Первый шариковый механический протез в позицию аортального клапана в СССР имплантировал в апреле 1964 г. Глеб Михайлович Соловьев [11].

Отсутствие широкой доступности механических протезов в то время заставило Donald Nixon Ross в июле 1962 г. имплантировать в позицию аортального клапана гомографт [14]. Вдохновленный идеями С.Р. Lam и С.М.Г. Duran об использовании клапаносодержащих гомографтов, Ross собрал в лаборатории небольшой банк. Выполняя операцию при массивном кальцинозе аортального клапана, после декальцинации Ross обнаружил непригодность створок для сохранения. Не располагая ме-

ханическим протезом, он имплантировал гомографт, при этом не имея даже экспериментального опыта на лабораторных животных. Операция прошла успешно, и пациент жил в течение 3 лет [15]. Работа Ross положила начало целому направлению в реконструктивной хирургии клапанов: использованию гомографтов. В настоящее время техника получила продолжение и в тканевой инженерии клапанов сердца.

Продолжая идею Bahnson, Viking Olov Björk в соавторстве с Gosta Hultquist в 1964 г. продемонстрировали возможность изготовления неостворок не только из тефлона, но и интраоперационно из собственного перикарда пациента [16]. Результаты оказались неудовлетворительными: такие створки, будучи недостаточно плотными, отрывались, как и тефлоновые, деградировали, и развивалась аортальная регургитация.

Механические протезы того времени не удовлетворяли хирургов. Банки гомографтов было создать затруднительно, а использование тефлоновых и аутоперикардиальных створок не оправдало себя. Поиск альтернатив навел на мысль о возможности применения протезов животного происхождения. Пионерами применения гетерографтов, как тогда называли биологические протезы, стали французские хирурги во главе с Jean-Paul Binet [17]. 2 сентября 1965 г. был оперирован 47-летний пациент с аортальным стенозом. В качестве протеза хирурги использовали свиной аортальный клапан, вручную обработанный ртутьсодержащим раствором Суалите для лишения тканей антигенных свойств. Постепенно методика совершенствовалась: клапан зафиксировали на металлический каркас, обрабатывать его стали глутаровым альдегидом — биологический протез приобрел привычную нам форму, производство поставили на поток при непосредственном участии Alain Frédéric Carpentier [18]. С того времени предложено множество зарубежных и отечественных моделей, каркасных и бескаркасных.

Несмотря на успехи применения механических и биологических протезов аортального клапана, гомографты не потеряли значения. Однако, как и протезы, гомографты не были лишены недостатков. Помимо ограниченной доступности, хирурги столкнулись с деградацией и кальцинированием гомографтов в позиции аортального клапана в отдаленном периоде, что в том числе было связано со способом обработки графтов. Лучшим по определению кондуитом является аутокань, лишенная антигенных свойств. Из этих соображений Donald Ross впервые в 1967 г. выполнил субкоронарное протезирование аортального клапана аутографтом из клапана легочного ствола [19]. При этом часть выносящего тракта правого желудочка и легочный клапан были заменены гомографтом, хорошо зарекомендовавшим себя в данной позиции у пациентов с врожденным сужением легочной артерии.

Первые 270 процедур Ross выполнены с субкоронарной имплантацией аутографта. В дальнейшем более популярной стала методика замены всего корня аутографтом с имплантацией устьев венечных артерий. Примечательно, что первый пациент, оперированный по методике Ross, прожил 30 лет и скончался от онкологического заболевания. Створки аутографта оставались интактными [20].

С целью преодоления недостатков биопротезов (ускоренная деградация у пациентов молодого возраста) и аутоперикарда (низкая прочность и деградация) в 1986 г. предложен способ продления срока службы аутоперикардиальных створок: обработка аутоперикарда интраоперационно 0,6% раствором глутарового альдегида для повышения прочности и снижения аутоиммунного ответа. После выкраивания отдельные лепестки фиксировались на жесткий опорный каркас, который, подобно биологическому протезу, имплантировался в аортальное кольцо [21]. Недостатками подобной конструкции являлись громоздкость, несоответствие «протез – пациент» и высокий градиент на аортальном клапане в послеоперационном периоде.

Стремление к снижению операционной травмы, развитие рентгенэндоваскулярных технологий позволили разработать в 1989 г. баллон-расширяемый биологический протез аортального клапана и провести доклинические исследования на свиньях. Устройство представляло собой свиной аортальный клапан, кольцо и комиссуры которого фиксировались на стальном стенте. Протез заводился на баллонном катетере и имплантировался субкоронарно с удовлетворительными гемодинамическими параметрами [22].

Первое клиническое применение имплантации клапаносодержащего стента датировано 2000-м г. Philipp Vonhoeffler и соавт. описали случай имплантации фиксированной на стенте бычьей внутренней яремной вены с клапаном в позицию клапана легочного ствола у пациента 12 лет, перенесшего в 4-летнем возрасте радикальную коррекцию атрезии легочной артерии и дефекта межжелудочковой перегородки, с развившейся дисфункцией кондуита Carpentier – Edwards [23].

Первую процедуру транскатетерной имплантации аортального клапана (англ. Transcatheter Aortic Valve Implantation, TAVI) в 2002 г. выполнили Alain Cribier и коллеги из Франции. Пациенту 57 лет с декомпенсированным критическим стенозом, фракцией изгнания 14% и тяжелой сопутствующей патологией был имплантирован протез, состоящий из фиксированных на стенте бычьих створок. В послеоперационном периоде значительно регрессировала клиника сердечной недостаточности, однако фракция изгнания осталась на уровне 20% [24].

Наиболее прогрессивным вариантом использования аутоперикарда, обработанного глутаровым альдегидом,

явилась методика, предложенная Shigeyuki Ozaki и соавт. в апреле 2007 г. Для их процедуры AVNeo (Aortic Valve Neo-cuspidization) создан специальный набор инструментов, позволяющий интраоперационно изготавливать неостворки из обработанного аутоперикарда индивидуально под конкретного пациента. В набор входят измерители, с помощью которых определяется межкомиссуральное расстояние каждой створки, на основании чего выбирается соответствующий шаблон, по которому выкраивается неостворка. Далее три створки имплантируются в аортальное кольцо [25]. Первыми процедуру AVNeo в России внедрили Евгений Владимирович Россейкин в Пензе и Роман Николаевич Комаров в Москве.

### Хирургическое лечение заболеваний нисходящей грудной аорты

Хирургия грудной аорты получила бурное развитие в 40–50-е гг. XX столетия. Наиболее выдающимися в хирургии аорты и врожденных пороков явились первые успехи в лечении коарктации аорты. Это второй после открытого артериального протока врожденный порок, который удалось скорректировать. Было также широко известно, что коарктация часто сочетается с паракоарктационной аневризмой аорты.

Первым успехом того времени, далеким, правда, от идеала, явилось сообщение John Alexander и Francis Xavier Byron [26]. Впервые в хирургической практике 20 октября 1943 г. им удалось выполнить аневризмэктомия на уровне перешейка аорты у 19-летнего юноши. Предположительно аневризма была ассоциирована с коарктацией аорты, о чем говорила широкая сеть коллатеральных артерий. Истонченная стенка и большой размер аневризмы угрожали разрывом. Несмотря на накопленный в литературе того времени опыт неудачных лигирующих и резекционных аневризм грудной и брюшной аорты, после которых не выжил ни один пациент, Alexander и Byron лигировали проксимальный и дистальный участки аорты и полностью удалили аневризму без восстановления целостности аорты. Послеоперационный период сопровождался высокой артериальной гипертензией и сердечной недостаточностью, с которыми удалось справиться консервативными методами, и в течение 1 года пациент вернулся к обучению в университете.

Первым успешным случаем резекции аневризмы нисходящей грудной аорты с восстановлением целостности последней считается операция, выполненная в сентябре 1944 г. американским хирургом Alton (Edward William Alton) Ochsner, Sr. [27]. У его 45-летнего пациента была диагностирована опухоль средостения, которая в ходе операции оказалась мешковидной аневриз-

мой нисходящей аорты. Основание аневризмы было пережато, мешок резецирован, дефект ушит. Послеоперационный период протекал гладко.

Перед хирургами, стремящимися выполнить реконструктивную операцию при коарктации аорты, стояло несколько задач: обеспечить достаточно длительное пережатие аорты для резекции коарктации и наложения анастомоза; качественно сформировать герметичный анастомоз, используя далеко не совершенный инструментарий и шовный материал; выполнить пуск кровотока после завершения реконструкции, не вызвав острой сердечной недостаточности. Но самой главной проблемой на тот момент виделась ишемия спинного мозга в период пережатия аорты с явлениями нижнего парапареза. Ряд выдающихся хирургов в 40-е гг. XX в. разрабатывали концепцию операции, в том числе и Robert Edward Gross, выполнивший 26 августа 1938 г. первое успешное лигирование открытого артериального Боталлова протока. В его лаборатории в Гарварде успешно применялась гипотермия в эксперименте на животных, позволявшая резецировать участок аорты, восстанавливая ее целостность, без послеоперационных осложнений. В 1939 г. для знакомства с работой Gross в Гарвард приехал шведский хирург Clarence Crafoord. Вдохновленный доклиническими результатами гарвардской школы, Crafoord нацелился выполнить резекцию коарктации в своем институте. Активно оперируя открытые артериальные протоки, Crafoord на короткий срок пережимал аорту в области перешейка проксимальнее и дистальнее впадения протока для наиболее качественного прошивания дуктальной ткани. Однажды операция у пациента с широким протоком осложнилась прорезыванием швов, что привело к массивному кровотечению и необходимости пережать аорту на 17 мин. Хирург успешно справился с кровотечением и в послеоперационном периоде не получил осложнений [28, 29].

Полученный Crafoord опыт, а также знание о развитии широкой сети коллатералей у пациентов с коарктацией аорты позволили выполнить 19 октября 1944 г. первую успешную резекцию коарктации и анастомоз по типу «конец-в-конец» у 11-летнего мальчика. Опыт трех первых успешных операций Clarence Crafoord опубликовал в 1945 г. совместно с кардиологом Gustav Nylin [30]. Ранние межаортальные анастомозы формировались непрерывным швом с сопоставлением всех слоев аортальной стенки, что периодически приводило к кровотечениям. Спустя 36 операций Crafoord стал применять выворачивающий шов. В июле 1958 г. было доложено уже о 216 операциях [28].

Следующий очевидный успех достиг Harris B. Shumacker, Jr. Ему удалось прооперировать 8-летнего

мальчика с коарктацией аорты и аневризмой дистальнее коарктации, восстановив проходимость аорты, 24 февраля 1947 г. [31]. Доступом через левостороннюю торакотомию с резекцией нескольких ребер и перевязкой широких коллатеральных артерий были мобилизованы суженный перешеек и мешотчатая аневризма. Аорта пережата проксимальнее и дистальнее поражения, коарктация и аневризма резецированы, более узкий проксимальный участок аорты был срезан косо, выполнен прямой анастомоз непрерывным швом, завязанным в нескольких местах. После снятия зажимов были наложены дополнительные швы. Послеоперационный период был гладким, артериальное давление на руках и ногах выравнивалось.

Несмотря на то что Robert Gross не стал первым хирургом, успешно оперировавшим коарктацию аорты, ему удалось стать лидером в протезировании нисходящей грудной аорты после резекции суженного участка гомографтом. Первый 7-летний больной с протяженной коарктацией был оперирован 24 мая 1948 г., а в 1951 г. было доложено уже о 19 пациентах [32]. В СССР впервые резекцию коарктации аорты с протезированием гомографтом выполнил Евгений Николаевич Мешалкин в 1955 г., а 11 ноября 1958 г. для протезирования после коарктации аорты он использовал лавсановый протез [33, 34].

Первыми, кто выполнил протезирование нисходящей грудной аорты по поводу аневризмы диаметром 5 см, ассоциированной с коарктацией, были Henry Swan II и соавт. Оперировав 28 июня 1949 г. 16-летнего пациента, они резецировали коарктацию, аневризму и имплантировали гомографт длиной 8 см [35].

Начиная с 50-х гг. XX в. история хирургии аорты, да и других отделов сердечно-сосудистой системы, неразрывно связана с Хьюстонской школой хирургов из Baylor University College of Medicine и the Methodist Hospital, а именно с Denton Arthur Cooley и Michael Ellis DeBakey. Их авторству принадлежит огромное множество процедур, которые сегодня стали привычными, а тогда произвели настоящий фурор. Будучи пионерами в хирургии восходящей, нисходящей грудной аорты, дуги, ее ветвей, периферических артерий, они навсегда записали свои имена в учебники по сердечно-сосудистой хирургии.

Первую успешную протяженную реконструкцию сифилитической аневризмы нисходящей грудной аорты DeBakey и Cooley выполнили 5 января 1953 г. [36]. Оперировав 46-летнего шерифа, хирурги осуществили доступ к нисходящей грудной аорте после резекции IX ребра слева через торакотомию. Выяснилось, что аневризма распространяется до уровня чревного ствола, и пришлось продлить доступ вниз с рассечением диафрагмы.

После резекции аневризмы нисходящая грудная аорта была протезирована 15-сантиметровым гомографтом, полученным от 21-летнего афроамериканца спустя два часа после смерти. После операции пациент вернулся на службу.

О первых шести операциях при расслоении аорты III типа (по классификации М.Е. DeBakey) и аневризме нисходящей грудной аорты доложили М.Е. DeBakey, D.A. Cooley и O. Creech, Jr. [37]. 7 июля 1954 г. авторы оперировали 58-летнего мужчину с выраженной одышкой и расширением нисходящей грудной аорты, по данным рентгенографии грудной клетки. Расслоение произошло за год до операции. Хирурги, пережав аорту проксимальнее и дистальнее аневризмы, резецировали расширенный участок с проксимальной фенестрацией, выполнили пластику расслоенного дистального участка аорты отдельными швами и анастомозировали отрезки аорты, пустив кровоток в истинный канал. Впервые резекцию нисходящей грудной аорты с протезированием при расслоении в СССР выполнил Анатолий Владимирович Покровский в ноябре 1965 г. [34].

Спустя десятилетия хирургия нисходящей грудной аорты значительно преобразилась в связи с развитием рентгенэндоваскулярных методик. Пионером на этом поприще был советский хирург Николай Леонтьевич Володось, чей приоритет признан во всем мире. 24 марта 1987 г. им впервые был имплантирован стент-графт в нисходящую грудную аорту по поводу ложной посттравматической аневризмы 53-летнему пациенту [38].

Первое в мире гибридное вмешательство, сочетающее дебранчинг дуги аорты и эндопротезирование, выполнил Н.А. Володось в июне 1991 г. у пациента 41 года, ранее перенесшего протезирование нисходящей грудной аорты по поводу коарктации, с ложными аневризмами обоих анастомозов [39, 40]. Первым этапом пациенту выполнена имплантация левой общей сонной артерии в брахиоцефальный ствол и сонно-подключичное шунтирование. Вторым этапом выполнена имплантация стент-графта в нисходящую аорту с перекрытием аневризм.

## Хирургия восходящей аорты

После ряда успешных ушиваний ран восходящей аорты И.И. Джанелидзе следующий шаг в хирургии этого отдела аорты пришлось ждать довольно долго.

Denton Cooley, будучи резидентом в The Johns Hopkins Hospital, в 1949 г. ассистировал доктору Grant E. Ward на удалении инфицированного металлического протеза рукоятки грудины. После экстирпации протеза развилось массивное кровотечение из ложной аневризмы восходящей аорты. Доктор Ward страдал правосторон-

ним плечевым плекситом, поэтому движения его были ограничены, и Cooley успешно резецировал аневризму и применил для закрытия дефекта восходящей аорты заплату из большой грудной мышцы [41].

Дальнейшие изыскания полностью связаны с внедрением в практику искусственного кровообращения.

Первое супракоронарное протезирование восходящей аорты у пациента 50 лет выполнили Cooley и DeBakey 24 августа 1956 г. [42]. За 25 лет до этого пациент получил удар лошади в грудь, и через 7 лет после травмы на рентгенографии органов грудной клетки выявлена ложная аневризма восходящей аорты. Выполнен чрездуплевральный доступ к аорте. Участок аорты с ложной аневризмой был резецирован и заменен на замороженный гомографт. Ранний послеоперационный период протекал гладко.

В СССР 28 декабря 1962 г. первую успешную резекцию мешотчатой аневризмы восходящей аорты с ушиванием дефекта у пациентки 29 лет выполнил А.В. Покровский в условиях гипотермии и искусственного кровообращения [33, 34].

Впервые расслоение II типа (по классификации M.E. DeBakey) в хроническую стадию оперировали Henry T. Bahnson и Frank C. Spencer 14 мая 1958 г. [43]. Выполняя операцию пациенту 35 лет, который за год до операции почувствовал резкую боль в спине и грудной клетке, хирурги столкнулись с расслоением, распространяющимся от уровня устьев венечных артерий до брахиоцефального ствола. За 58 мин искусственного кровообращения было выполнено супракоронарное протезирование восходящей аорты дакроновым синтетическим протезом.

О коррекции расслоения аорты типа А (по Стэнфордской классификации) в острую фазу впервые доложили G.C. Morris, Jr., W.S. Henly и M.E. DeBakey [44]. Больной 32 лет внезапно в покое почувствовал резкую боль в грудной клетке и после вызова врача потерял сознание 15 августа 1962 г. В этот же день он был оперирован в the Methodist Hospital. Хирурги облитерировали ложный канал и стабилизировали аортальный клапан непрерывным швом в условиях искусственного кровообращения. В течение двух месяцев после операции пациент вернулся к работе, и на контрольном обследовании аорта и аортальный клапан не вызывали опасений. В СССР подобную операцию в 1964 г. выполнил Борис Васильевич Петровский [34].

Все успехи хирургии восходящей аорты конца 50-х – начала 60-х гг. касались аневризм тубулярной части. Впервые аневризму корня аорты оперировали Myron William Wheat, Jr. и коллеги 27 декабря 1962 г. [45]. Гигантская аневризма восходящей аорты размерами 9 × 11 × 10 см распространялась до аортального кольца проксимально. Створки аортального клапана были значительно истон-

чены. Измененная стенка аорты с оставлением узкого бортика над аортальным кольцом и устьями венечных артерий и створки клапана были иссечены. Субкоронарно имплантирован механический клапан Starr – Edwards. Далее тефлоновый протез был смоделирован под оставшиеся устья венечных артерий и непрерывным швом пришит к аортальному бортику. Это также первый случай раздельного протезирования аортального клапана и восходящей аорты. В СССР операцию M.W. Wheat, Jr. впервые 23 октября 1973 г. выполнил Григорий Иосифович Цукерман у пациентки 27 лет [34].

Еще более тяжелая ситуация возникла у Hugh Henry Bentall, который оперировал пациента с синдромом Марфана в 1966 г. [46]. Помимо аневризмы корня и тубулярной аорты у него была и аннулоаортальная эктазия. Хирург выбрал изящное решение: пришил клапанный протез Starr – Edwards к тефлоновому тубулярному протезу аорты и далее имплантировал получившийся кондуит в аортальное кольцо как протез клапана. Далее в бок кондуита были вшиты устья венечных артерий без высечения из стенки восходящей аорты. Процедура Bentall на долгие десятилетия стала «золотым стандартом» хирургии корня аорты, претерпев множество модификаций. Первая операция Bentall в СССР выполнена 28 февраля 1979 г. у пациента 45 лет Г.И. Цукерманом [34].

С целью уменьшения тяжести операции у пациентов с аневризмой восходящей аорты Francis Robicsek и соавт. в 1973 г. предложили методику редуцирующей аортопластики с экзопротезированием [47]. Без искусственного кровообращения авторы выполняли продольную резекцию участка аортальной стенки с целью уменьшения диаметра аневризмы и напряжения на аортальную стенку и выполняли окутывание аорты синтетической тканью. Подобную операцию в России впервые выполнил Юрий Владимирович Белов.

С совершенствованием искусственного кровообращения, методик защиты сердца и хирургической техники пришло осознание возможности сохранения створок аортального клапана у пациентов с аневризмой корня аорты. Пионерами клапаносохраняющей хирургии корня аорты являются Magdi Habib Yasoub и Tirone Esperidiao David.

Еще в сентябре 1979 г. Yasoub впервые выполнил ремоделирование корня аорты [48]. Идея сохранения створок пришла из понимания биомеханики корня аорты: нарушение замыкательной функции створок при аневризме корня обусловлено расширением синотубулярного соединения. Достаточно восстановить синотубулярное соединение, чтобы достичь коаптации. Методика Yasoub заключалась в иссечении аортальной стенки синусов Valsalva с оставлением узкого бортика и высечением устьев венечных артерий на сосудистой площадке. Далее

моделировался тубулярный синтетический протез: высекались три лепестка на его проксимальном конце, соответствующие синусам Valsalva, — протез непрерывным швом пришивался к оставленному аортальному бортику, и устья венечных артерий имплантировались в бок протеза. Ремоделирование корня аорты в России впервые выполнил Анатолий Иванович Малащенко в 1999 г. [49].

Реимплантация корня аорты в синтетический протез — другой вид клапаносохраняющей операции — была выполнена 3 августа 1989 г. [50]. Т.Е. David оперировал молодую пациентку с синдромом Марфана. Сама пациентка отказалась от механического протеза в пользу гомографта, так как собиралась забеременеть. При интраоперационной ревизии створки оказались интактными, и доктор David решил на их сохранение. Были иссечены стенки аорты на уровне синусов Valsalva, высечены устья венечных артерий на площадках. Три комиссуры хирурги поместили внутрь 26-миллиметрового дакронового протеза и обнаружили, что створки коаптируют удовлетворительно. Зафиксировав протез субаннулярными швами, David пришил изнутри протеза комиссуры, имплантировал венечные артерии в бок протеза и закончил операцию. Послеоперационный период протекал гладко. На контрольных исследованиях спустя 21 год после операции зона реконструкции и створки аортального клапана функционировали прекрасно. Во втором издании руководства по кардиохирургии в 1993 г., J.W. Kirklin и B.G. Barratt-Boyes назвали реимплантацию корня аорты операцией David, с того момента название плотно закрепилось [51]. По количеству модификаций операция David могла бы конкурировать с операцией Bentall, но она зарекомендована как воспроизводимая, эффективная, безопасная техника, предложенная Т.Е. David в 1989 г.

При синдроме Marfan 24 мая 2004 г. Tal Golesworthy и коллеги, вдохновившись работой Robicsek, выполнили у 47-летнего пациента экзопротезирование корня и тубулярной части аорты каркасом, индивидуально изготовленным на основании компьютерного моделирования по данным магнитно-резонансной томографии [52]. Методика продолжает развиваться.

## Хирургия дуги аорты

Дуга аорты дает начало брахиоцефальным артериям, что создает трудности при вмешательствах на ней. Первые единичные операции при аневризмах дуги выполнялись без искусственного кровообращения, и большинство заканчивалось неудачно.

Первым значимым успехом в хирургии дуги аорты можно считать операцию, выполненную Denton Cooley 12 июля 1951 г. в Baylor University College of Medicine

[27]. После успешной резекции аневризмы правой подключичной артерии доктор Cooley столкнулся 28 апреля 1950 г. с сифилитической мешковидной аневризмой дуги аорты размерами 10 × 13 см, исходящей из области устья брахиоцефального ствола. Частично была разрушена рукоятка грудины и сдавлена верхняя полая вена и трахея. После бокового отжатия дуги аорты аневризма была резецирована с перевязкой частично тромбированных правых подключичной и общей сонной артерий. Далее двурядным швом, состоявшим из непрерывного матрасного и одиночных восьмиобразных швов, дефект дуги аорты был ушит. В СССР в 1952 г. первую подобную операцию выполнил Александр Николаевич Бакулев [34].

Положительных результатов в реконструкции дуги аорты удалось достичь только с внедрением искусственного кровообращения. Попытки применить временное шунтирование закончились неудачей.

Первое успешное протезирование дуги аорты гомографтом по поводу веретенной аневризмы выполнили в 1957 г. M.E. DeBakey, E.S. Crawford, D.A. Cooley и G.C. Morris, Jr., в условиях нормотермии и двунаправленной перфузии: бигемисферальной перфузии головного мозга и перфузии внутренних органов через бедренную артерию [53]. Для искусственного кровообращения использовали четыре насоса: для забора крови, перфузии бедренной артерии и по одному для брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии. Последние две канюлировались из просвета аорты.

Следующим шагом в хирургии дуги аорты явилось применение гипотермического циркуляторного ареста. Впервые для резекции мешковидной аневризмы 14 сентября 1961 г. этот метод применили Christiaan Neethling Barnard и Velva Schrire [54]. Чрездуплевральным доступом обнажена дуга аорты с аневризмой. После подключения аппарата искусственного кровообращения начато глубокое охлаждение, по достижении которого приступили к мобилизации аневризмы, в ходе которой аневризма лопнула. Аорта была пережата проксимальнее и дистальнее, перфузия сердца и головы сохранялась, однако тело не кровоснабжалось. После резекции аневризмы дефект в дуге был закрыт тефлоновой заплатой. Продолжительность искусственного кровообращения составила 146 мин.

В 1975 г. глубокую гипотермию и тотальный циркуляторный арест для протезирования дуги аорты применили Randall B. Grier и коллеги [55]. Охладив пациента до 12–18 °С и остановив кровообращение, хирурги достигли снижения метаболизма головного мозга и внутренних органов и сухого операционного поля, имплантировали синтетический протез и вшили брахиоцефальные ветви на площадке. На два десятилетия эта методика стала основной для протезирования дуги аорты. В России глу-

бокую гипотермию и циркуляторный арест для протезирования дуги аорты 14 февраля 1995 г. применил Ю.В. Белов [49].

Без применения искусственного кровообращения 15 мая 1972 г. впервые в СССР А.В. Покровский выполнил протезирование дуги аорты, правой подключичной, правой и левой общих сонных артерий у пациента 33 лет с сифилитическим мезоартитом [33, 34].

Впервые ретроградную перфузии головного мозга через систему верхней полой вены применили Noel L. Mills и John L. Ochsner в 1980 г. для лечения массивной воздушной эмболии головного мозга [56]. Воспользовавшись их опытом, Yuichi Ueda и соавт. применили сначала в 1986 г. прерывистую ретроградную перфузию на шести пациентах для вымывания воздуха и материальных эмболов из артерий головного мозга, а затем с ноября 1987 г. постоянную перфузию для защиты головного мозга [57, 58]. В России Ю.В. Белов применил ретроградную перфузию головного мозга 21 января 1998 г. [49].

Показания к ретроградной перфузии головного мозга в настоящее время весьма ограничены, антеградная перфузия и циркуляторный арест используются разными хирургами в разных модификациях.

## Хирургия аневризм брюшной аорты

Несмотря на кажущуюся простоту, по сравнению с хирургией грудной аорты, хирургия брюшной аорты получила развитие на семь лет позже.

Хронологически первым успешным вмешательством при аневризме брюшной аорты является операция, выполненная Norman Freeman 26 февраля 1951 г. [59]. Для протезирования Freeman использовал левую общую подвздошную вену со стоком внутренней и наружной подвздошных вен. После пережатия аорты автор вскрыл продольно аневризматический мешок, проксимально фиксировал общую подвздошную вену к аорте, дистально наружную и внутреннюю подвздошные вены к подвздошным артериям. Далее ушил над графтом аневризматический мешок и, во избежание разрыва вены, ввел кровь между аневризматической тканью и графтом под давлением, равным половине систолического артериального. После пуска кровотока пульс на бедренных артериях был отчетливым. В мае 1952 г. пациент чувствовал себя хорошо [60].

Большинство источников называют первым реконструктивным вмешательством при аневризме брюшной аорты операцию, выполненную Charles Dubost 29 марта 1951 г. [61, 62]. Пациент 50 лет поступил на операцию с большой аневризмой, распространяющейся от уровня почечных до обеих общих подвздошных артерий. Кроме того, у пациента была окклюзирована левая общая

подвздошная артерия с клиникой хронической ишемии нижней конечности (перемежающаяся хромота при ходьбе на 100 м). Обертывание и введение внутрь аневризмы инородных тел были отвергнуты. Выполнен торакоабдоминальный доступ, мобилизованы шейка аневризмы и обе общие подвздошные артерии. Перевязаны поясничные артерии, отойти полностью от нижней полой вены не удалось. Аорта и общие подвздошные артерии были пересечены, вся измененная ткань аорты, кроме участка, спаянного с нижней полой веной, была удалена. Аортальный гомографт был анастомозирован с проксимальным участком аорты и правой общей подвздошной артерией по типу «конец-в-конец». Левая общая подвздошная артерия после тромбэндартерэктомии была имплантирована в бок гомографта. Операция прошла успешно. Пациент умер спустя 8 лет от повторного инфаркта миокарда [63].

В СССР первое протезирование брюшной аорты с помощью гомографта выполнил Владимир Александрович Жмур 21 января 1958 г. [49].

Первое сообщение об успешном хирургическом лечении разрыва брюшной аорты датировано 13 марта 1953 г. Henry Theodore Bahnsen оперировал 61-летнего пациента со свежим разрывом инфраренальной аорты [64]. Первый успешный случай протезирования при разрыве брюшной аорты описан в 1966 г. Оперировали Николай Никодимович Малиновский и Марат Дмитриевич Князев [34].

Oscar Creech, Jr. в 1966 г. модифицировал технику Dubost, приведя ее к привычному нам виду. Не удаляя аневризматический мешок, автор предложил анастомозировать протез, не отсекая неизмененную аорту от аневризмы. При этом протез оставался внутри аневризматического мешка [65]. Долгие годы подобная техника остается «золотым стандартом» в открытой хирургии брюшных аневризм.

Пионером в эндоваскулярном лечении брюшной, как и грудной, аорты во всем мире признан Н.А. Володось. В декабре 1989 г. он впервые выполнил эндопротезирование брюшной аневризмы [40].

Возможности современной видеоэндоскопической техники позволили использовать вместо традиционных доступов к брюшному отделу аорты ретроперитонео- и лапароскопический доступ. Первым применил эндоскопию канадский хирург Yves-Marie Dion в 1994 г. [66].

## Хирургия торакоабдоминальной аорты

Докадывая результаты сосудистых реконструкций в Лондоне 4 октября 1955 г., Charles Granville Rob коснулся проблемы аневризм брюшного отдела аорты, вовлекающих висцеральные ветви [67]. Он описал

технику вмешательства, осложнения в виде почечной недостаточности и спинальной ишемии. Данное сообщение может считаться первым печатным свидетельством вмешательства на супраренальной аорте, а в ряде цитат говорится о торакоабдоминальной аорте, однако отсутствие точных дат не позволяет с полной уверенностью считать профессора Rob пионером данной хирургии.

Общепринято мнение, что первыми хирургами, выполнившими протезирование торакоабдоминальной аорты, являлись Samuel Norfleet Etheredge, Jr. и соавт., которые 20 сентября 1954 г. резецировали аневризму торакоабдоминальной аорты, вовлекавшую чревный ствол и верхнюю брыжеечную артерию [68]. Авторы для временного шунтирования крови использовали полиэтиленовую трубку, пришитую к нисходящей грудной и инфраренальной аорте по типу «конец-в-бок». Резецировав аневризму, хирурги имплантировали аортальный гомографт с ответвлениями для чревного ствола и верхней брыжеечной артерии, а затем последовательно анастомозировали эти ветви. По сообщению Etheredge, через 20 лет после операции пациент был жив.

О четырех операциях при торакоабдоминальных аневризмах аорты, вовлекавших все четыре основные висцеральные ветви, в условиях временного шунтирования крови поливиниловой трубкой доложили M.E. DeBakey, O. Creech, Jr. и G.C. Morris, Jr. [69]. Их первая успешная операция состоялась 19 октября 1955 г. С использованием гомографтов была протезирована сифилитическая торакоабдоминальная аневризма у пациента 65 лет.

В 1965 г. коллектив хирургов во главе с M.E. DeBakey доложили уже о 42 пациентах, оперированных на торакоабдоминальной аорте, большая часть из которых оперирована по авторской методике DeBakey [70]. Ее первое описание можно найти в монографии «Хирургия аорты и крупных периферических артерий», вышедшей в 1960 г. на русском языке [71]. Методика заключается в использовании временного дакронового шунта, имплантированного в нисходящий грудной и инфраренальный отделы аорты, в который поочередно вшиваются короткие бранши, анастомозируемые с чревным стволом, верхней брыжеечной, почечными артериями. Заканчивается операция резекцией скелетизированной аневризмы торакоабдоминальной аорты с прошиванием под проксимальным и над дистальным анастомозами шунта. Таким образом, временный шунт служит окончательным протезом аорты. Ранняя послеоперационная летальность среди 42 больных составила 28% [70].

В 1965 г. А.В. Покровский доложил о протезировании торакоабдоминальной аорты при неспецифическом аортартериите [49].

О результатах повсеместно в настоящее время распространенной методике протезирования торакоабдоминальной аорты доложил Ernest Stanley Crawford в 1974 г. [72]. Опыт автора составил 23 случая. Максимальный срок наблюдения был 13 лет, таким образом, первые операции по своей методике Crawford выполнил еще в 1961 г. В отдаленном периоде живыми оставались 22 из 23 пациентов. Crawford применял две основные техники операции. Тип 1 представлял собой протезирование торакоабдоминальной аорты линейным протезом и имплантацию отдельных бранш для висцеральных ветвей в бок протеза. Тип 2 заключался в имплантации устьев ветвей аорты на единой площадке (анастомоз Crawford). Также Crawford на площадке имплантировал задние межреберные артерии, от которых предположительно отходила артерия Adamkiewicz.

Один из первых примеров применения многобраншевого протеза торакоабдоминальной аорты принадлежит А.В. Покровскому [73] и Nicholas T. Kouchoukos и соавт. [74]. Однако подробно описана и популяризирована методика была Joseph S. Coselli [75]. Основная заслуга Coselli заключается в разработке и выводе на рынок специального многобраншевого дакронового протеза Vascutek® Gelweave™ Coselli Thoracoabdominal Graft (Vascutek Ltd., Renfrewshire, Scotland, UK).

Большое значение в хирургии торакоабдоминальной аорты имеет защита внутренних органов. Если первые операции выполнялись в условиях временного шунта или без применения особых технических средств (clamp-and-sew), то с развитием медицинской техники появились иные возможности защиты.

Левопредсердно-бедренный обход, позволявший с помощью насоса (как правило, центрифужного) направлять оксигенированную кровь из левых отделов сердца в бедренную артерию для перфузии внутренних органов не пассивно, а активно с поддержанием оптимального перфузионного давления, впервые описали D.A. Cooley, M.E. DeBakey и G.C. Morris, Jr. в 1957 г. [76]. Также ими рассматривается методика селективной перфузии висцеральных артерий при левопредсердно-бедренном обходе. Первым в 1994 г. левопредсердно-бедренный обход в России применил Ю.В. Белов [73].

Возможности использования аппарата искусственного кровообращения при аневризмах нисходящего грудного и торакоабдоминального отделов аорты впервые показали Robert D. Bloodwell, Grady L. Hallman и Denton A. Cooley в 1968 г. [77].

Впервые в клинической практике продемонстрировали значение давления спинномозговой жидкости в развитии ишемии спинного мозга при операциях на торакоабдоминальной аорте и применили дренаж спин-

номозговой жидкости F. William Blaisdell и Denton A. Cooley [78].

Серию из 25 пациентов, у которых для протезирования торакоабдоминальной аорты использовались глубокая гипотермия и циркуляторный арест, продемонстрировали E.S. Crawford, J.S. Coselli и H.J. Safi [79]. В России впервые циркуляторный арест при торакоабдоминальной аневризме применил Ю.В. Белов в 1993 г. [73].

Гибридное лечение торакоабдоминальной аневризмы IV типа у пациента 62 лет, ранее перенесшего протезирование инфраренальной аорты по поводу ее разрыва, было выполнено William J. Quiñones-Baldrich и соавт. 15 мая 1998 г. [80]. Висцеральные ветви брюшной аорты были переключены в бранши ранее имплантированного протеза инфраренальной аорты, далее был установлен стент-графт. Послеоперационный период протекал гладко.

Первая имплантация многобраншевого стент-графта при аневризме торакоабдоминальной аорты выполнена в 2001 г. Timothy A.M. Chuter и соавт. пациенту 76 лет с широкой торакоабдоминальной аневризмой IV типа [81]. В послеоперационном периоде развилась нижняя параплегия, однако пациент остался жив.

В настоящее время накапливается опыт гибридных и эндоваскулярных процедур, однако они все еще уступают по результатам открытым вмешательствам.

## История хирургии протяженных поражений аорты

Огромной проблемой, особенно у пациентов с дисплазией соединительной ткани, являются протяженные поражения аорты, вовлекающие несколько отделов. Поражение всей грудной аорты: восходящей, дуги и нисходящей грудной — называется мегааортой.

Первым упростил задачу этапного лечения пациентов с мегааортой немецкий хирург Hans Georg Borst в 1982 г. [82]. Он предложил и описал методику «хобота слона». Смысл заключался в том, что первым этапом протезировались восходящая аорта и дуга. При этом анастомоз перешейка аорты с протезом накладывался таким образом, что участок протеза помещался и свободно свисал в нисходящем грудной отделе. Необходимо это было для того, чтобы при втором этапе — протезировании торакоабдоминальной аорты — свисающий «хобот» можно было легко пережать, не высекая протез из спаек после первого этапа, и легко сформировать анастомоз между протезами дуги и торакоабдоминальной аорты. В России пионером в двухмоментном протезировании при мегааорте с применением методики «хобота слона» являлся Ю.В. Белов [49].

Способ одномоментного протезирования всей грудной аорты предложили Chris K. Rokkas и Nicholas

T. Kouchoukos в 1999 г., опубликовав результаты лечения шести больных [83]. Первая операция выполнена в январе 1996 г. Использовался чрездуплевральный доступ. Методика представляла собой arch-first технику, когда в условиях антеградной перфузии головного мозга через правую подмышечную артерию и циркуляторного ареста туловища первым выполняется анастомоз с ветвями дуги аорты на площадке. Далее становится возможной перфузия всех брахиоцефальных артерий через боковую браншу протеза, и последовательно накладываются анастомозы с нисходящей аортой над диафрагмой и корнем аорты. В доложенной серии не было летальных исходов. Первые операции по вышеописанной методике впервые в России выполнил Ю.В. Белов.

С разработкой эндоваскулярных и гибридных методик процесс хирургического лечения пациентов с мегааортой упростился.

В сентябре 2001 г. Matthias Karck и соавт. продемонстрировали возможность применения гибридного протеза дуги аорты, состоящего из стент-графта и не содержащего стент сосудистого протеза для коррекции мегааорты [84]. Методика была названа frozen elephant trunk. Смысл заключался в том, что стент-графт помещался в нисходящую аорту, подобно «хоботу слона», выключая протяженный измененный участок, а свободный протез использовался для замены дуги аорты. Из 22 оперированных к 2004 г. больных 21 выжил.

С целью сокращения времени искусственного кровообращения и облитерации ложного канала при расслоении аорты типа А (по Стэнфордской классификации) Daniel Roux и соавт. в 2002 г. предложили выполнять протезирование восходящей аорты и стентирование дуги и нисходящей аорты голометаллическим стентом Djumbodis® Dissection System (Saint Côme-Chirurgie, Marseille, France) [85].

Вершиной хирургической техники являются одномоментные вмешательства при аневризмах всей аорты.

Carlo G. Massimo и соавт. доложили о 21 пациенте, у которых было выполнено одномоментное протезирование всей аорты, первый из которых оперирован в июне 1985 г. [86]. Методика заключалась в последовательном протезировании грудной аорты из срединной стернотомии, дополненной левосторонней торакотомией и протезировании торакоабдоминальной аорты из торакоабдоминального доступа. Авторы сообщают о 14,2% летальности в течение 1 мес.

Lars Georg Svensson и соавт. оспаривают первенство Massimo, сообщая о том, что им не было выполнено по-настоящему тотального протезирования аорты, а вмешательство ограничивалось несколькими отделами. Операцию Svensson выполнил 4 мая 1993 г. из стерно-

томии и торакоабдоминального доступа [87]. При этом 68-летнему пациенту была заменена вся аорта от синотубулярного соединения до бифуркации.

## Заключение

За 80 лет реконструктивная хирургия аорты и аортального клапана прошла несколько смен парадигм. Первые операции выполнялись без искусственного кровообращения. Возможности в этот период были ограничены, и

успешные наблюдения были единичными. С разработкой аппарата искусственного кровообращения появилась возможность пережимать аорту на относительно длительный срок. Разрабатывались методики защиты головного мозга и внутренних органов. Расширились возможности вмешательств на всех отделах аорты с удовлетворительными результатами. Третий период — современный — связан с разработкой и внедрением рентгенэндоваскулярных методик. Практически все отделы аорты на сегодняшний день доступны для эндопротезирования.

## Основные даты в развитии хирургии аорты и аортального клапана

13.07.1912	T. Tuffier	Закрытая комиссуротомия аортального клапана
27.10.1913	И.И. Джанелидзе	Ушивание раны восходящей аорты
20.10.1943	J. Alexander	Резекция ассоциированной с коарктацией аневризмы перешейка аорты без протезирования
09.1944	E.W.A. Ochsner, Sr.	Резекция мешковидной аневризмы нисходящей аорты
19.10.1944	C. Crafoord	Резекция коарктации аорты с анастомозом «конец-в-конец»
24.02.1947	H.B. Shumacker, Jr.	Резекция коарктации и аневризмы перешейка с анастомозом «конец-в-конец»
24.05.1948	R.E. Gross	Резекция коарктации с протезированием перешейка гомографтом
1949	D.A. Cooley	Закрытие ложной аневризмы восходящей аорты заплатой из большой грудной мышцы
28.06.1949	H. Swan II	Резекция коарктации и аневризмы перешейка с протезированием перешейка гомографтом
26.02.1951	N. Freeman	Протезирование инфраренальной аорты аутовенозным графтом
29.03.1951	C. Dubost	Протезирование инфраренальной аорты аллографтом
12.07.1951	D.A. Cooley	Резекция мешковидной аневризмы дуги аорты без искусственного кровообращения
10.1952	C.A. Hufnagel	Гетеротопическая имплантация шарикового протеза при аортальной недостаточности
05.01.1953	M.E. DeBakey	Протезирование аневризмы нисходящей грудной аорты гомографтом по поводу истинной аневризмы
13.03.1953	H.T. Bahnson	Протезирование инфраренальной аорты при разрыве
1954	D.W.G. Murray	Гетеротопическая имплантация клапаносодержащего гомографта при аортальной недостаточности
1954 (?)	C.G. Rob	Резекция супраренальной аневризмы аорты
07.07.1954	M.E. DeBakey	Протезирование аневризмы нисходящей грудной аорты гомографтом по поводу расслоения III типа
20.09.1954	S.N. Etheredge, Jr.	Протезирование торакоабдоминальной аорты по поводу аневризмы, вовлекавшей чревный ствол, верхнюю брыжеечную артерию, гомографтом
19.10.1955	M.E. DeBakey	Протезирование торакоабдоминальной аорты по поводу аневризмы, вовлекавшей чревный ствол, верхнюю брыжеечную, почечные артерии, гомографтом
23.05.1956	C.W. Lillehei	Пластика аортального клапана (бикуспидализация)
24.08.1956	D.A. Cooley	Супракоронарное протезирование восходящей аорты
1957	D.A. Cooley	Использование левопредсердно-бедренного обхода при протезировании торакоабдоминальной аорты
1957	M.E. DeBakey	Протезирование дуги аорты в условиях искусственного кровообращения и двунаправленной перфузии головного мозга и туловища
14.05.1958	H.T. Bahnson	Супракоронарное протезирование восходящей аорты при хроническом расслоении II типа
15.09.1959	H.T. Bahnson	Протезирование створок аортального клапана тefлоновыми лепестками
10.03.1960	D.E. Harken	Ортотопическая имплантация шарикового протеза аортального клапана
1961	E.S. Crawford	Протезирование торакоабдоминальной аорты с реимплантацией висцеральных артерий на единой площадке

14.09.1961	C.N. Barnard	Резекция мешковидной аневризмы дуги аорты в условиях циркуляторного ареста
1962	F.W. Blaisdell	Использование дренажа спинномозговой жидкости при протезировании торакоабдоминальной аорты
07.1962	D.N. Ross	Ортотопическая имплантация гомографта при стенозе аортального клапана
15.08.1962	G.C. Morris, Jr.	Облитерация ложного канала и стабилизация аортального клапана непрерывным швом при остром расслоении типа А
27.12.1962	M.W. Wheat, Jr.	Раздельное протезирование аортального клапана и восходящей аорты
1964	V.O. Björk	Имплантация створок из аутоперикарда
02.09.1965	J.-P. Binet	Протезирование аортального клапана биологическим протезом
1966	H.H. Bentall	Протезирование аортального клапана и восходящей аорты клапаносодержащим кондуитом
1966	O. Creech, Jr.	Внутрирешетчатое протезирование инфраренальной аорты
1967	D.N. Ross	Использование легочного аутографта в позиции аортального клапана
1968	R.D. Bloodwell	Использование искусственного кровообращения при протезировании торакоабдоминальной аорты
1973	F. Robicsek	Редуцирующая аортопластика с экзопротезированием
1975	R.B. Griep	Протезирование дуги аорты в условиях циркуляторного ареста
09.1979	M.H. Yacoub	Ремоделирование корня аорты
1980	N.L. Mills	Ретроградная перфузия головного мозга для лечения воздушной эмболии головного мозга
1982	H.G. Borst	Методика «хобот слона» при мегааорте
1986	J.W. Love	Имплантация створок из обработанного глутаровым альдегидом аутоперикарда
1986–1987	Y. Ueda	Ретроградная перфузия головного мозга при протезировании дуги аорты
1987	E.S. Crawford	Использование гипотермического циркуляторного ареста при протезировании торакоабдоминальной аорты
24.03.1987	Н.А. Володось	Имплантация стент-графта в нисходящую грудную аорту
3.08.1989	T.E. David	Реимплантация корня аорты
12.1989	Н.А. Володось	Эндопротезирование брюшной аорты
06.1991	Н.А. Володось	Дебранчинг дуги аорты с эндопротезированием грудной аорты
04.05.1993	L.G. Svensson	Одномоментное протезирование всей аорты
1994	Y.-M. Dion	Ретроперитонеоскопическая резекция аневризмы инфраренальной аорты
01.1996	N.T. Kouchoukos	Одномоментное протезирование всей грудной аорты
15.05.1998	W.J. Quiñones-Baldrich	Абдоминальный дебранчинг с эндопротезированием аорты
2001	T.A.M. Chuter	Эндопротезирование торакоабдоминальной аорты многобраншевым стент-графтом
09.2001	M. Karck	Frozen elephant trunk
2002	A. Cribier	Транскатетерная имплантация аортального клапана
2002	D. Roux	Стентирование дуги аорты голометаллическим стентом
24.05.2004	T. Golesworthy	Экзопротезирование корня и тубулярной части восходящей аорты индивидуальным каркасом
04.2007	S. Ozaki	Процедура AVNeo

Однако, несмотря на разработку новых устройств, с накоплением отдаленных результатов появились новые проблемы: прогрессирование аневризматического процесса, приводящее к эндоликтам и смещениям устройств; лучевая нагрузка от ежегодных компьютерных сканирований, связанная с рисками онкологических заболеваний.

Только анализируя этапы развития, можно оценить перспективы этого сложного раздела хирургии — хирургии аорты (таблица). Нельзя исключить появления принципиально новых технологий, которые могут изменить

результаты лечения этого контингента больных. Поживем — увидим.

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Вклад авторов

Комаров Р.Н.: концепция исследования, научное руководство, редактирование статьи; Каравайкин П.А.: набор, анализ, обработка материала, написание статьи; Мурылев В.В.: набор материала.

## Список литературы / References

1. Bergqvist D. Historical aspects on aneurysmal disease. *Scand J Surg.* 2008;97(2):90-9. <http://dx.doi.org/10.1177/145749690809700202>
2. Barr J. Battle of the bulge: Aortic aneurysm management from early modernity to the present. *Ann Intern Med.* 2017;166(4):291-6. <http://dx.doi.org/10.7326/M16-2081>
3. Alexi-Meskishvili V.V., Konstantinov I.E., Yustin Y. Djanelidze and the first successful repair of an injured ascending aorta. *Texas Hear Inst J.* 2000;27(2):113-6. PMID: PMC101044
4. Джanelидзе И.И. Случай зашивания раны восходящей аорты. Хирургический архив Вельяминова. 1916(1):87-102. [Djanelidze Y.Y. Sluchaj zashivaniya rany voshodjashhej aorty. *Hirurgicheskij arhiv Veljaminova.* 1916;(1):87-102. (In Russ.)]
5. Kwasny L.B., Bianco R.W., Toledo-Pereyra L.H. History of heart valve repair. In: Iazzo P.A., Bianco R.W., Hill A.J., Louis J.D.S., editors. *Heart valves.* Boston, MA: Springer US; 2013. pp. 85-120. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-6144-9\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-6144-9_5)
6. Hufnagel C.A., Harvey W.P. The surgical correction of aortic regurgitation preliminary report. *Bull Georgetown Univ Med Cent.* 1953;6(3):60-1. PMID: 12997885
7. Cervantes J. Fiftieth anniversary of the first aortic valve prosthesis implantation. *Langenbeck's Arch Surg.* 2003;388(5):366-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00423-003-0385-3>
8. Murray G., Roschlau W., Lougheed W. Homologous aortic-valve-segment transplants as surgical treatment for aortic and mitral insufficiency. *Angiology.* 1956;7(5):466-71. <http://dx.doi.org/10.1177/000331975600700509>
9. Lillehei C.W., Gott V.L., Dewall R.A., Varco R.L. The surgical treatment of stenotic or regurgitant lesions of the mitral and aortic valves by direct vision utilizing a pump-oxygenator. *J Thorac Surg.* 1958;35(2):154-91. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/13514814/>
10. Bahnon H.T., Spencer F.C., Busse E.F., Davis, Jr. F.W. Cusp replacement and coronary artery perfusion in open operations on the aortic valve. *Ann Surg.* 1960;152(3):494-503. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17859630>
11. Цукерман Г.И., Скопин И.И. Приобретенные болезни сердца и перикарда // Бураковский В.И., Бокерия Л.А. Сердечно-сосудистая хирургия. Руководство. М.: Медицина, 1989. С. 383-468. [Cukerman G.I., Skopin I.I. *Diseases of the heart and the pericardium in the adult.* In: Cardio-vascular surgery. Manual. Moscow, Medicina Publ.; 1989. pp. 383-468. (In Russ.)]
12. Harken D.E., Soroff H.S., Taylor W.J. Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1960;(40):744-62. PMID: 13711583
13. Cohn L.H. History of cardiac surgery at the Peter Bent Brigham and Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;27(4):398-402. <http://dx.doi.org/10.1053/j.semtcvs.2015.10.013>
14. Ross D.N. Homograft replacement of the aortic valve. *Lancet.* 1962;280(7254):487. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(62\)90345-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(62)90345-8)
15. Hopkins R.A., Louis J.S., Corcoran P.C. Ross' first homograft replacement of the aortic valve. *Ann Thorac Surg.* 1991;52(5):1190-3. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(91\)91315-M](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(91)91315-M)
16. Bjork V.O., Hultquist G. Teflon and pericardial aortic valve prostheses. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1964(47):693-701. PMID: 14174962
17. Binet J.-P., Carpentier A.F., Langlois J., Duran C.M.G., Colvez P. Implantation of heterogenic valves in the treatment of aortic cardiopathies. *C R Acad Sci Hebd Seances Acad Sci D.* 1965;261(25):5733-4. PMID: 4955645
18. Binet J.-P. Pioneering in heterografts. *Ann Thorac Surg.* 1989;48(3):S71-2. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(89\)90645-0](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(89)90645-0)
19. Ross D.N. Replacement of aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet.* 1967;290(7523):956-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(67\)90794-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(67)90794-5)
20. Ross D.N. The Ross operation. *J Card Surg.* 2002;17(3):188-93. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-8191.2002.tb01198.x>
21. 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. *Proceeding of the Third International Symposium on Cardiac Bioprotheses* New York: Yorke Medical Books; 1986. pp. 691-8.
22. Andersen H.R., Knudsen L.L., Hasenkam J.M. Transluminal implantation of artificial heart valves. Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs. *Eur Heart J.* 1992;13(5):704-8. <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a060238>
23. Bonhoeffer P., Boudjemline Y., Saliba Z., Merckx J., Aggoun Y., Bonnet D., Acar P., Le Bidois J., Sidi D., Kachaner J. Percutaneous replacement of pulmonary valve in a right-ventricle to pulmonary-artery prosthetic conduit with valve dysfunction. *Lancet.* 2000;356(9239):1403-5. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02844-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02844-0)
24. Cribier A., Eltchaninoff H., Bash A., Borenstein N., Tron C., Bauer F., Derumeaux G., Anselme F., Laborde F., Leon M.B. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: First human case description. *Circulation.* 2002;106(24):3006-8. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000047200.36165.B8>
25. 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):550-3. <http://dx.doi.org/10.1510/icvts.2010.253682>
26. Alexander J., Byron F.X. Aortectomy for thoracic aneurysm. *J Am Med Assoc.* 1944;126(18):1139. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1944.02850530017005>
27. Cooley D.A., DeBakey M.E. Surgical considerations of intrathoracic aneurysms of the aorta and great vessels. *Ann Surg.* 1952;135(5):660-80. PMID: 14924521

28. Crafoord C. Classics in thoracic surgery. Correction of aortic coarctation. *Ann Thorac Surg.* 1980;30(3):300-2. PMID: 7000014
29. Kvitting J.-P.E., Olin C.L. Clarence Crafoord: A giant in cardiothoracic surgery, the first to repair aortic coarctation. *Ann Thorac Surg.* 2009;87(1):342-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.08.072>
30. Crafoord C., Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg.* 1945(14):347-61. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703\(46\)90334-1](http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703(46)90334-1)
31. Shumacker, Jr. H.B. Coarctation and aneurysm of the aorta: Report of a case treated by excision and end-to-end suture of aorta. *Ann Surg.* 1948;127(4):655-65. PMID:1513795
32. Gross R.E. Treatment of certain aortic coarctations by homologous grafts. A report of nineteen cases. *Ann Surg.* 1951;134(4):753-68. PMID: 14878385
33. Покровский А.В., Глянцев С.П. Избранные страницы истории сосудистой хирургии в России (вклад отечественных хирургов в мировую сосудистую хирургию). *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2014;20(2):10–20. Режим доступа: <http://www.angiolsurgery.org/en/magazine/2014/2/1.htm> [Pokrovsky A.V., Glyantsev S.P. Selected pages of history of vascular surgery in Russia. *Angiologija i sosudistaia khirurgija = Angiology and vascular surgery.* 2014;20(2):10-20. (In Russ.) Available at: <http://www.angiolsurgery.org/en/magazine/2014/2/1.htm>]
34. Бокерия Л.А., Аракелян В.С. История хирургии аорты в России. *Анналы хирургии.* 2014;(2):47-57. Режим доступа: <https://www.medlit.ru/journal/annotation/1329> [Bockeria L.A., Arakelyan V.S. History of aortic surgery in Russia. *Annaly hirurgii = Annals of surgery.* 2014;(2):47-57. (In Russ.) Available at: <https://www.medlit.ru/en/journal/annotation/1329>]
35. Swan II H., Maaske C., Johnson M., Grover R. Arterial homografts. II. Resection of thoracic aortic aneurysm using a stored human arterial transplant. *AMA Arch Surg.* 1950;61(4):732-7. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.1950.01250020738013>
36. DeBakey M.E., Cooley D.A. Successful resection of aneurysm of thoracic aorta and replacement by graft. *J Am Med Assoc.* 1953;152(8):673-6. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1953.03690080017005>
37. DeBakey M.E., Cooley D.A., Creech, Jr. O. Surgical considerations of dissecting aneurysm of the aorta. *Ann Surg.* 1955;142(4):586-610. <http://dx.doi.org/10.1097/00000658-195510000-00005>
38. Володось Н.Л., Карпович И.П., Шеханин В.Е. Случай дистанционного чрезбедренного эндопротезирования грудной аорты синтетическим саморасширяющимся протезом для эндоваскулярного лечения травматической аневризмы. *Грудная хирургия.* 1988;(6):84-6. [Volodos N.L., Karpovich I.P., Shehanin V.E. A case of distant transfemoral endoprosthesis of the thoracic artery using a self-fixing synthetic prosthesis in traumatic aneurysm. *Grudnaja hirurgija.* 1988;(6):84-6. (In Russ.)]
39. Volodos N.L., Karpovich I.P., Troyan V.I., Kalashnikova Yu.V., Shekhanin V.E., Ternyuk N.E., Neoneta A.S., Ustinov N.I., Yakovenko L.F. Clinical experience of the use of self-fixing synthetic prostheses for remote endoprosthetics of the thoracic and the abdominal aorta and iliac arteries through the femoral artery and as intraoperative endoprosthesis for aorta reconstruction. *Vasa Suppl.* 1991;33:93-5. PMID: 1788781
40. Volodos N.L. The first steps in endovascular aortic repair: How it all began. *J Endovasc Ther.* 2013;20(Suppl.):l-3-l-23. <http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550-20.sp1.l-3>
41. Cooley D.A. Early development of surgical treatment for aortic aneurysms: Personal recollections. *Texas Hear Inst J.* 2001;28(3):197-9. PMID: PMC101177
42. Cooley D.A., DeBakey M.E. Resection of entire ascending aorta in fusiform aneurysm using cardiac bypass. *J Am Med Assoc.* 1956;162(12):1158-9. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1956.72970290003013a>
43. Bahnson H.T., Spencer F.C. Excision of aneurysm of the ascending aorta with prosthetic replacement during cardiopulmonary bypass. *Ann Surg.* 1960;151:879-90. PMID 13795806
44. Morris, Jr. G.C., Henly W.S., DeBakey M.E. Correction of acute dissecting aneurysm of aorta with valvular insufficiency. *J Am Med Assoc.* 1963;184(1):63-4. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1963.73700140012023a>
45. Wheat, Jr. M.W., Wilson J.R., Bartley T.D. Successful replacement of the entire ascending aorta and aortic valve. *JAMA.* 1964;188(8):717-9. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1964.03060340015004>
46. Bentall H.H., De Bono A. A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax.* 1968;23(4):338-9. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.23.4.338>
47. Robicsek F., Perkins R.S., Mullen D.C., Daugherty H.K., Harbold N.B. Fusiform aneurysm of the entire aortic arch. A new surgical approach. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1972;63(5):756-9.
48. Fagan A., Yacoub M.H., Pillai R., Radley-Smith R. Dacron replacement of the ascending aorta and sinuses with resuspension of the aortic valve and re-implantation of the coronary arteries: A new method for treatment of aneurysmal or acute dissection of the aortic root. *Proceedings of the Joint Internation. Scand J Cardiothorac Surg.* 1982(16):175.
49. Глянцев С.П. История сосудистой хирургии в России. Часть 5. Хирургия аорты и ее ветвей (1913–2001 гг.). *Ангиология. ru.* 2011;(2):7-14. [Glyantsev S.P. The history of vascular surgery in Russia. Part 5. Surgery of the aorta and its branches (1913–2001). *Angiologia.ru.* 2011;(2):7-14. (In Russ.)]
50. 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;103(4):617-21. PMID: 1532219
51. David T.E. The aortic valve-sparing operation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;141(3):613-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.11.039>
52. Golesworthy T., Lampérth M., Mohiaddin R., Pepper J., Thornton W., Treasure T. The Tailor of Gloucester: a jacket for the Marfan's aorta. *Lancet (London, England).* 2004;364(9445):1582. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)17308-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(04)17308-X)
53. DeBakey M.E., Crawford E.S., Cooley D.A., Morris, Jr. G.C. Successful resection of fusiform aneurysm of aortic arch with replacement by homograft. *Surg Gynecol Obstet.* 1957;105(6):657-64. PMID: 13495827
54. Barnard C.N., Schrire V. The surgical treatment of acquired aneurysm of the thoracic aorta. *Thorax.* 1963;18(2):101-15. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.18.2.101>

55. Griep R.B., Stinson E.B., Hollingsworth J.F., Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1975;70(6):1051-63. PMID: 1186283
56. Mills N.L., Ochsner J.L. Massive air embolism during cardiopulmonary bypass. Causes, prevention, and management. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1980;80(5):708-17. PMID: 7431967
57. Ueda Y., Miki S., Kusuhara K., Okita Y., Tahata T., Yamanaka K. Deep hypothermic systemic circulatory arrest and continuous retrograde cerebral perfusion for surgery of aortic arch aneurysm. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 1992;6(1):36-41. [http://dx.doi.org/10.1016/1010-7940\(92\)90096-G](http://dx.doi.org/10.1016/1010-7940(92)90096-G)
58. Ueda Y., Miki S., Kusuhara K., Okita Y., Tahata T., Jinno K., Komeda M., Yamanaka K. Surgical treatment of the aneurysm or dissection involving the ascending aorta and aortic arch using circulatory arrest and retrograde perfusion. *Nihon Kyobu Geka Gakkai Zasshi.* 1988;36(2):161-6. PMID: 3385253
59. Freeman N.E., Leeds F.H. Vein inlay graft in the treatment of aneurysms and thrombosis of the abdominal aorta. A preliminary communication with report of 3 cases. *Angiology.* 1951;2(6):579-87. <http://dx.doi.org/10.1177/000331975100200611>
60. Connolly J.E. Norman Freeman: The "first" American specialist in vascular surgery. *J Vasc Surg.* 1995;22(2):188-94. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(95\)70116-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(95)70116-8)
61. Dubost C., Allary M., Oeconomos N. Resection of an aneurysm of the abdominal aorta. Reestablishment of the continuity by a preserved human arterial graft, with result after five months. *AMA Arch Surg.* 1952;64(3):405-8. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.1952.01260010419018>
62. Dubost C., Allary M., Oeconomos N. A propos du traitement des anévrismes de l'aorte: Ablation de l aneurysme et retablissement de la continuité par greffe d aorte humaine conserve. *Mémoires l'Académie Chir.* 1951(77):381-3.
63. Dubost C. The first successful resection of an aneurysm of the abdominal aorta followed by re-establishment of continuity using a preserved human arterial graft. *Ann Vasc Surg.* 1986;1(1):147-9. [http://dx.doi.org/10.1016/S0890-5096\(06\)60718-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0890-5096(06)60718-8)
64. Bahnson H.T. Treatment of abdominal aortic aneurysm by excision and replacement by homograft. *Circulation.* 1954;9(4):494-503. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.9.4.494>
65. Creech, Jr. O. Endo-aneurysmorrhaphy and treatment of aortic aneurysm. *Ann Surg.* 1966;164(6):935-46. PMID: 5332747
66. Dion Y.-M. History and perspectives in laparoscopic vascular surgery. *Acta Chir Belg.* 2004;104(5):493-8. <http://dx.doi.org/10.1080/00015458.2004.11679604>
67. Rob C.G. The surgery of the abdominal aorta and its major branches. *Ann R Coll Surg.* 1955;17(5):307-17. PMID: PMC2377934
68. Etheredge S.N., Yee J., Smith J. V, Schonberger S., Goldman M.J. Successful resection of a large aneurysm of the upper abdominal aorta and replacement with homograft. *Surgery.* 1955;38(6):1071-81. PMID: 13274266
69. DeBakey M.E., Creech, Jr. O., Morris, Jr. G.C. Aneurysm of thoracoabdominal aorta involving the celiac, superior mesenteric, and renal arteries. Report of four cases treated by resection and homograft replacement. *Ann Surg.* 1956;144(4):549-72. PMID: PMC1465510
70. DeBakey M.E., Crawford E.S., Garrett H.E., Beall Jr A.C., Howell J.F. Surgical considerations in the treatment of aneurysms of the thoraco-abdominal aorta. *Ann Surg.* 1965;162(4):650-62. PMID: PMC1476956
71. Де Бекей М.Е., Кули Д.А., Кроуфорд Е.С., Моррис Д.С. Хирургия аорты и крупных периферических артерий. М.: Медгиз, 1960. 88 с. [DeBakey M.E., Cooley D.A., Crawford E.S., Morris G.C. *Hirurgija aorty i krupnyh perifericheskikh arterij.* Moscow: Medlit Publ.; 1960. 88 p. (In Russ.)]
72. Crawford E.S. Thoraco-abdominal and abdominal aortic aneurysms involving renal, superior mesenteric, celiac arteries. *Ann Surg.* 1974;179(5):763-72. PMID: 4274686
73. Белов Ю.В., Комаров Р.Н. Классификация, терминология и распространенность торакоабдоминальных аневризм аорты // Руководство по хирургии торакоабдоминальных аневризм аорты. М.: МИА, 2009. С. 30-56. [Belov Ju.V., Komarov R.N. *Classification, terms and epidemiology regarding thoracoabdominal aortic aneurysms.* In: *The manual of thoracoabdominal aortic aneurysm surgery.* Moscow: MIA Publ.; 2009, pp. 30-56. (In Russ.)]
74. Kouchoukos N.T., Masetti P., Castner C.F. Use of presewn multiple branched graft in thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Am Coll Surg.* 2005;201(4):646-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2005.05.024>
75. de la Cruz K.I., LeMaire S.A., Weldon S.A., Coselli J.S. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair with a branched graft. *Ann Cardiothorac Surg.* 2012;1(3):381-93. <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2012.08.05>
76. Cooley D.A., DeBakey M.E., Morris, Jr. G.C. Controlled extracorporeal circulation in surgical treatment of aortic aneurysm. *Ann Surg.* 1957;146(3):473-85. PMID: 13459296
77. Bloodwell R.D., Hallman G.L., Cooley D.A. Partial cardiopulmonary bypass for pericardiectomy and resection of descending thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg.* 1968;6(1):46-56. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(10\)65989-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(10)65989-9)
78. Blaisdell F.W., Cooley D.A. The mechanism of paraplegia after temporary thoracic aortic occlusion and its relationship to spinal fluid pressure. *Surgery.* 1962;51(3):351-5. PMID: 13869747
79. Crawford E.S., Coselli J.S., Safi H.J. Partial cardiopulmonary bypass, hypothermic circulatory arrest, and posterolateral exposure for thoracic aortic aneurysm operation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;94(6):824-7. PMID: 3682852
80. Quiñones-Baldrich W.J., Panetta T.F., Vescera C.L., Kashyap V.S. Repair of type IV thoracoabdominal aneurysm with a combined endovascular and surgical approach. *J Vasc Surg.* 1999;30(3):555-60. PMID: 10477650
81. Chuter T.A.M., Gordon R.L., Reilly L.M., Goodman J.D., Messina L.M. An endovascular system for thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Endovasc Ther.* 2001;8(1):25-33. <http://dx.doi.org/10.1177/152660280100800104>

82. Borst H.G., Walterbusch G., Schaps D. Extensive aortic replacement using "Elephant Trunk" prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;31(1):37-40. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-1020290>
83. Rokkas C.K., Kouchoukos N.T. Single-stage extensive replacement of the thoracic aorta: The arch-first technique. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;117(1):99-105. PMID: 9869762
84. Karck M., Chavan A., Khaladj N., Friedrich H., Hagl C., Haverich A. The frozen elephant trunk technique for the treatment of extensive thoracic aortic aneurysms: Operative results and follow-up. *Eur J Cardio-Thoracic Surg*. 2005;28(2):286-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.02.046>
85. Roux D., Brouchet L., Concina P., Elghobary T., Glock Y., Fournial G. Type-A acute aortic dissection: combined operation plus stent management. *Ann Thorac Surg*. 2002;73(5):1616-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03463-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03463-4)
86. Massimo C.G., Presenti L.F., Favi P.P., Crisci C., Cruz Guadrón E.A. Simultaneous total aortic replacement from valve to bifurcation: Experience with 21 cases. *Ann Thorac Surg*. 1993;56(5):1110-6. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)90026-8](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(95)90026-8)
87. Svensson L.G., Shahian D.M., Davis F.G., Entrup M.H., Kimmel W.A., McGrath D.M., Jewel E.R., Gray A.W. Replacement of entire aorta from aortic valve to bifurcation during one operation. *Ann Thorac Surg*. 1994;58(4):1164-6. PMID: 7944772

### History of reconstructive surgery of aorta and aortic valve

Roman N. Komarov, Pavel A. Karavaykin, Vladimir V. Murylev

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Health of Russian Federation, 119991 Moscow, Russian Federation

**Corresponding author.** Pavel A. Karavaykin, [karavaykin.pa@gmail.com](mailto:karavaykin.pa@gmail.com)

Surgery of the aorta remains the most difficult and most dynamic part of cardiovascular surgery. Aortic aneurysm surgery had passed through several stages: from non-reconstructive, when the improvised tools were used to decrease the risk of aorta-related complications, to endovascular one. Aortic valve surgery being the essential part of aortic surgery developed dramatically as well. However, open procedures still remain the gold standard for aortic surgery. Visceral protection methods and devices develop. The review follows main achievements for reconstructive surgery of aortic diseases and aortic valve lesions. It elucidates only vital and successful procedures performed by outstanding specialists for the first time. Moreover, the contribution of Soviet and Russian surgeons is shown.

**Keywords:** aorta; aortic valve; history; reconstructive surgery

Received 11 July 2017. Accepted 21 July 2017.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

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

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

**How to cite:** Komarov R.N., Karavaykin P.A., Murylev V.V. History of reconstructive surgery of aorta and aortic valve. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017;21(3S):45-60. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3S-45-60>