

Экзопротезирование восходящей аорты: история вопроса и перспективы

Для корреспонденции:

Всеволод Андреевич Акулов,
akulov.vsevolod@gmail.com

Поступила в редакцию 28 сентября 2021 г.

Исправлена 19 января 2022 г.

Принята к печати 20 января 2022 г.

Цитировать: Акулов В.А., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М., Чернявский А.М. Экзопротезирование восходящей аорты: история вопроса и перспективы. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2022;26(2):30-37. <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2022-2-30-37>

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации (№ 121032300337-5).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн работы: С.А. Альсов, Д.А. Сирота

Написание статьи: В.А. Акулов

Исправление статьи: С.А. Альсов, Д.А. Сирота, М.М. Ляшенко, А.М. Чернявский

Утверждение окончательного варианта статьи: все авторы

ORCID ID

В.А. Акулов, <https://orcid.org/0000-0003-1991-6783>

С.А. Альсов, <https://orcid.org/0000-0002-3427-8137>

Д.А. Сирота, <https://orcid.org/0000-0002-9940-3541>

М.М. Ляшенко,

<https://orcid.org/0000-0001-8675-8303>

А.М. Чернявский,

<https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>

© Акулов В.А., Альсов С.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М., Чернявский А.М., 2022



В.А. Акулов¹, С.А. Альсов^{1,2}, Д.А. Сирота¹, М.М. Ляшенко¹, А.М. Чернявский¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

Аннотация

Исторически экзопротезирование — одна из первых хирургических процедур, которые применялись при аневризматическом расширении магистральных сосудов, таких как аорта. Несмотря на удовлетворительные результаты, в настоящий момент методика широко не распространена из-за возможных негативных последствий укутывания на стенку аорты, в частности риска прогрессирования расширения восходящей аорты с ее разрывом или расслоением. Согласно последним клиническим рекомендациям у пациентов при коррекции аортального порока и расширении восходящей аорты более 45 мм необходимо рассмотреть протезирование восходящего отдела аорты. Однако у пожилых больных с тяжелой сопутствующей патологией ранняя послеоперационная смертность может достигать 20 %. В таких ситуациях стоит рассмотреть более щадящий вариант хирургического лечения, например укутывание аорты. Процедура снижает травматичность оперативного вмешательства, сокращает время искусственного кровообращения и окклюзии аорты, что уменьшает риск ранних послеоперационных осложнений. Цель обзора – анализ современных данных литературы по методике экзопротезирования (укутывания) аорты у пациентов при умеренном аневризматическом расширении восходящей аорты. Для поиска и отбора литературных источников использовались базы данных Scopus, Web of Science, а также англоязычная биомедицинская база данных PubMed.

Результаты демонстрируют, что укутывание аорты безопасно, вызывает быстрое и стойкое ремоделирование аорты. По отдаленным результатам методика сопоставима с протезированием восходящей аорты, несмотря на наличие морфофункциональных изменений стенки аорты.

Ключевые слова: аневризма; аорта; восходящая аорта; укутывание; экзопротезирование

Введение

Аневризма восходящего отдела аорты (ВоА) — распространенное состояние в кардиохирургии, которое требует своевременного хирургического лечения. Без него аневризма может привести к разрыву или расслоению аорты, а также к нарушению функции аортального клапана [1]. У 5–15 % пациентов, которым требуется оперативное вмешательство на аортальном клапане, имеется умеренное расширение восходящей аорты [2].

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology) / Европейской ассоциации кардиоторакальной хирургии (European Association for Cardio-Thoracic Surgery) 2017 г. по лечению клапанных болезней сердца в ситуациях, когда у пациента есть показания к хирургической коррекции аортального клапана и максимальный диаметр ВоА составляет более 45 мм, следует рассмотреть одномоментную коррекцию порока и протезирование ВоА [3]. Последнее сопряжено с относительно низким хирургическим риском, а долгосрочные результаты показали высокую выживаемость с низкой вероятностью аорто-ассоциированных осложнений. Согласно обзору 2012 г. ранняя послеоперационная смертность составляет 3,4 % [4]. В то же время этот показатель увеличивается до 20 % у пожилых пациентов с тяжелой сопутствующей патологией [5]. У таких больных целесообразно рассмотреть менее травматичный подход к хирургическому лечению расширенной ВоА, например методику экзопротезирования аорты, смысл которой заключается в редукции диаметра ВоА до нормальных значений и закреплении результата с помощью внешнего армирования.

Цель обзора — анализ современных данных литературы по экзопротезированию аорты у пациентов при умеренном аневризматическом расширении восходящей аорты.

В конце 70-х гг. XX в. F. Robicsek усовершенствовал и внедрил в хирургическую практику редукционную аортопластику как более щадящую альтернативу протезирования ВоА [6]. Первоначально методика включала резекцию овального участка на передней стенке аорты и прямое ушивание дефекта с целью восстановления диаметра ВоА менее 35 мм. В дальнейшем было предложено несколько модификаций, одна из которых заключалась в редукции диаметра аорты за счет плицирования ее передней стенки. Но, несмотря на меньший хирургический риск, при редукционной аортопластике сохраняется измененная стенка аорты, что в отдаленном периоде сопряжено с редилатацией аорты и такими аорто-ассоцииро-

ванными осложнениями, как разрыв и расслоение. Поэтому от редукционной аортопластики без экзопротезирования практически отказались [7].

Вторая менее травматичная процедура — экзопротезирование ВоА с помощью армирования. Ее в 60-х гг. XX в. впервые провел A. Senning, однако результаты были представлены только в 1982 г. [8] Методика подразумевает укутывание ВоА предварительно выбранным по диаметру сосудистым протезом. В отличие от редукционной пластики, достигается не только уменьшение диаметра аорты до нормальных размеров, но и закрепление результата с помощью внешней поддержки. Хотя процедура более щадящая, она не применяется повсеместно из-за предполагаемых негативных последствий для стенки аорты.

Стандартная техника укутывания

Доступ к сердцу и ВоА может осуществляться как через стандартную полную стернотомию, так и через мини-стернотомию. При любом из вариантов необходимо выделить ВоА на протяжении от синотубулярного соединения (СТС) до устьев брахиоцефальных артерий. Для возможности начать укутывание на заключительном этапе искусственного кровообращения рекомендуется разместить канюлю в дуге аорты. В качестве альтернативы возможна периферическая канюляция в подключичную или бедренную артерии [9].

После пережатия ВоА выполняют доступ к аортальному клапану через поперечную аортотомию, проведенную на 1 см выше СТС. Швы для фиксации задней губы аортотомного разреза, укрепленные тефлоновыми прокладками с внутренней стороны аорты, располагают в области комиссур правой коронарной створки и в дальнейшем используют для фиксации проксимальной части протеза.

Само укутывание начинают в процессе реперфузии после вмешательства на аортальном клапане. Предварительно выбранный по диаметру сосудистый протез обрезают до необходимой длины, которая на 10–15 % больше расстояния от СТС до брахиоцефального ствола. Протез измеряют в слегка растянутом положении для профилактики дальнейшего гофрирования. После этого разрезают вдоль и помещают вокруг ВоА. Восстанавливают целостность протеза отдельными швами по краям, в центре и в двух его промежуточных точках. Очень важно, чтобы протез равномерно расправился, иначе дальнейший трансмуральный двойной шов может быть деформирован, что грозит разрывом аорты.

Экзопротезирование восходящего отдела аорты цельным протезом:

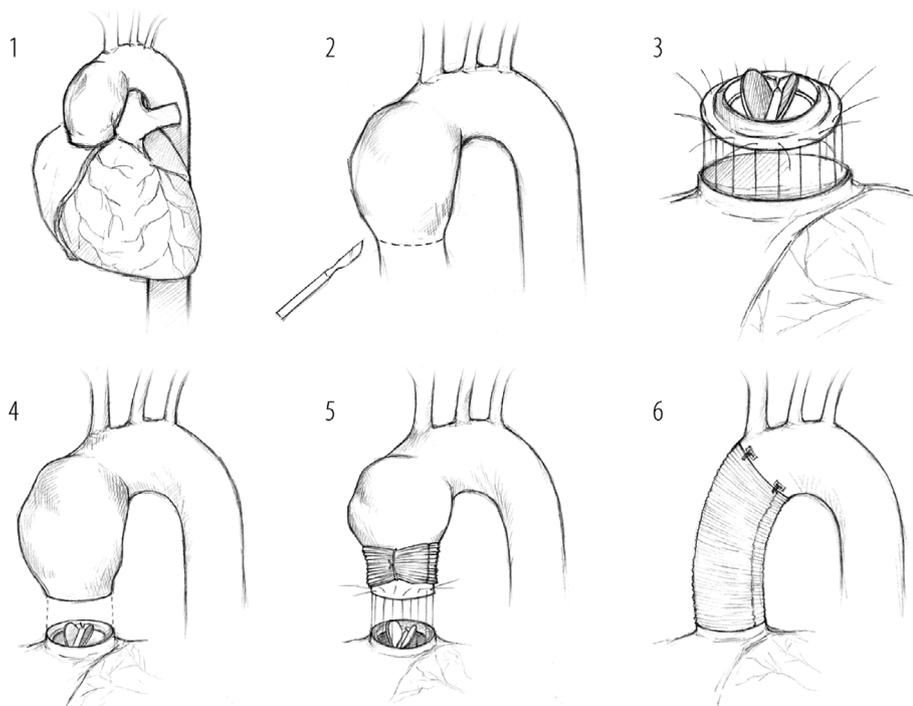
1 — аневризматическое расширение тубулярной части восходящей аорты;

2 — аортотомия;

3–4 — протезирование аортального клапана;

5 — расположение цельного протеза вокруг аневризматически расширенной восходящей аорты;

6 — итоговый вид операции



Окончательно протез фиксируют двойным непрерывным швом полипропиленовой нитью 4-0, который начинают в дистальной части. В шов захватывают адвентицию аорты и укрепляют прокладками. Необходимо избегать перфорации стенки аорты и одновременно сохранить изначально сформированную конфигурацию протеза.

Фиксация протеза — еще один важный аспект, который предотвращает его миграцию. По мнению Т. Carrel и соавт., протез должен быть зафиксирован на уровне СТС, для чего лучше использовать два одиночных шва 4-0, наложенных для фиксации задней губы аортотомного разреза [2].

Укутывание цельным протезом

Основное отличие методики укутывания ВоА, описанной в 2015 г. А.М. Чернявским и соавт., заключается в сохранении целостности протеза (рисунок) [10]. После пережатия аорты и начала искусственного кровообращения аорту пересекают на уровне СТС. После вмешательства на аортальном клапане измеренный заранее протез гофрируют двумя лигатурами для уменьшения его длины и надевают на мобилизованный участок ВоА. Затем целостность аорты восстанавливают обвивным швом, лигатуры срезают и протез расправляют над ВоА от СТС до брахиоцефального ствола, тем самым редуцируя расширенную аорту и сохраняя заданный размер. Протез фиксируют на уровне СТС по описанной ранее методике. Дистальную часть фиксируют

с помощью двух адвентициальных швов на тефлоновых прокладках.

По мнению авторов, данная методика более физиологична по сравнению с укутыванием с помощью разрезанного вдоль протеза, так как более равномерное распределение давления на протез изнутри предотвращает локальные дегенеративные изменения в стенке аорты.

Методика Florida Sleeve

Частным случаем экзопротезирования ВоА условно можно считать реимплантацию корня аорты в синтетический протез. Методика впервые была описана в 2005 г. P.J. Hess и получила название Florida Sleeve. Она подразумевает реимплантацию расширенного корня аорты в дакроновый протез соответствующего размера, необходимого для достижения компетентности аортального клапана, без реимплантации устьев коронарных артерий [11].

В России предложена модификация, заключающаяся в отказе от сшивания вертикальных разрезов под отверстиями для коронарных артерий. По мнению авторов, это помогает избежать возможных проблем с коронарным кровотоком и сокращает время операции [12].

Учитывая, что данная процедура связана с иссечением аортальной стенки и ее протезированием, а не укутыванием, мы не будем приводить и обсуждать результаты лечения в данном обзоре.

Методика PEARS

Еще одним вариантом оперативного лечения аневризматического расширения ВоА является техника Personalised External Aortic Root Support (PEARS) — персонализированной внешней поддержки корня аорты, которую изначально применяли у пациентов с заболеваниями соединительной ткани [13]. В основе метода лежит укрепление корня и восходящей части аорты без их ремоделирования с помощью дакроновой сетки, форма которой создается индивидуально для каждого пациента. Хирургическая техника имплантации дакроновой сетки схожа со стандартной техникой укутывания аорты, однако армированию подвергают не только тубулярную часть ВоА, но и ее корень.

Выбор протеза

Укутывание аорты обычно выполняют с помощью линейного сосудистого протеза размером 32 или 34 мм. Размер протеза выбирают на основе расчета нормального диаметра аорты согласно индивидуальным параметрам пациента (рост, вес, площадь поверхности тела). Протез с низкой порозностью не требуется, так как он не будет контактировать с кровью. Более того, низкая порозность может играть отрицательную роль из-за риска гематомы между протезом и стенкой аорты, затрудняя соприкосновение между внутренней поверхностью протеза и стенкой аорты, а также вызывая неравномерное расправление самой аорты [14].

Вместо протеза можно использовать специальные сетки из различных синтетических материалов, например, полиэстера, полипропилена или политетрафторэтилена [9; 12; 13]. Еще одно преимущество использования сетки заключается в том, что ее можно использовать для коррекции аорты больших размеров, в отличие от протезов, размерный ряд которых часто ограничивается 34 или 36 мм [15]. При PEARS рекомендуемый диаметр дакроновой сетки составляет 95–100 % нативного диаметра аорты [16].

Биомеханика укутывания аорты

Согласно закону Лапласа экзопротезирование аорты позволяет уменьшить удельное давление на аорту изнутри и одновременно увеличить толщину сосудистой стенки. Благодаря этому техника предотвращает дальнейший рост и разрыв стенки аорты [6; 14; 15; 17]. Если укутывание выполнено технически верно, то кроме уменьшения диаметра ВоА до заданного значения происходит ремоделирование аорты: уменьшение ее диаметра на уровне СТС и синусов Вальсальвы [18].

T. Plonek и соавт. с помощью вычислительного анализа изучили влияние укутывания на распределение напряжения стенок [19]. Они сравнили нормальную ВоА диаметром 32 мм, умеренно расширенную аорту (45 мм) и аорту, которая подверглась укутыванию. Величина и распределение напряжения стенки укутанной аорты были немного выше, чем у нормальной аорты, и значительно ниже, чем у умеренно расширенной, как изнутри просвета сосуда, так и снаружи. Более того, зарегистрированное напряжение на внутренней поверхности аорты было ниже в укутанной аорте, чем в нормальной, что может означать меньший риск ее расслоения. Наибольшую нагрузку в модели укутывания отметили на стыке восходящей части и дуги аорты.

Структура стенки аорты после укутывания

Один из главных аргументов против укутывания аорты — риск дегенерации или атрофии стенки аорты, которые могут привести к осложнениям. Эти процессы, скорее всего, вызваны постоянной компрессией сосудистым протезом, отсутствием физиологического расширения стенки сосуда во время систолы, а также воспалительным процессом в ответ на инородное тело.

Опубликованы результаты гистологического исследования подвергшейся укутыванию аорты до и после оперативного лечения. Образцы взяли во время повторной операции через годы после редукционной аортопластики с укутыванием [20]. Аорта после экзопротезирования была значительно тоньше с микросклеротической структурой без четкого деления на слои. Кроме того, в атрофированной стенке аорты отмечали клеточную инфильтрацию с процессами неоваскуляризации, что характерно для реакции ткани на инородное тело. Таким образом, аорта стала выполнять роль пассивного канала, который по биомеханике схож с синтетическим протезом.

Структурные гистологические изменения сосудистой стенки менее очевидны, когда ВоА укутывают с помощью дакроновой сетки [17]. Скорее всего, это связано с большей эластичностью сетки и сохранением расширения ВоА в систолу. Такую ситуацию описали J. Perpper и соавт. у пациента, который умер (не по причине операции) через 4,5 года после PEARS. Дуга аорты, которую не подвергли армированию, имела гистологические признаки распада соединительной ткани, типичные для синдрома Марфана, тогда как гистологический состав армированной части аорты был нормальным [21].

Клинические результаты

Нет данных о проспективных рандомизированных исследованиях, в которых сравнивали укутывание и протезирование ВоА. Краткосрочные и отдаленные результаты экзопротезирования приведены в некоторых одноцентровых исследованиях на небольшой выборке пациентов.

Т. Plonek и соавт. в метаанализе проанализировали результаты экзопротезирования аорты у 722 пациентов в 17 исследованиях [22]. У 272 больных укутывание аорты выполнено без редуцированной аортопластики, но в большинстве случаев (87 %) связано с сопутствующей операцией на аортальном клапане.

Краткосрочные результаты

Госпитальная летальность среди включенных в метаанализ Т. Plonek и соавт. пациентов не превысила 1,5 % [22]. Ранняя смертность не зарегистрирована у больных, перенесших изолированное укутывание или укутывание с пликцированием стенки аорты, но составляла 2 % у пациентов, которые подверглись укутыванию с редуцированной аортопластикой. Авторы не уточняют, с какими факторами, помимо хирургической техники, может быть связана летальность. Более того, укутывание одновременно с коррекцией аортального порока не увеличивает раннюю смертность и частоту послеоперационных осложнений [23–28].

Схожие результаты получили в ретроспективном исследовании по типу случай – контроль, в котором сравнивали укутывание цельным протезом и протезирование ВоА [10]. Объем интра- и послеоперационной кровопотери, а также время искусственного кровообращения и окклюзии аорты были достоверно ниже в группе укутывания, что свидетельствует о снижении хирургической травмы с помощью данной техники. Госпитальная летальность не зарегистрирована в обеих группах.

Единственный случай госпитальной летальности (0,3 %) описан среди больных, подвергнутых процедуре PEARS: пациентка скончалась на 5-е сутки от внутримозгового кровоизлияния [29].

Долгосрочные результаты

Не выявлена взаимосвязь между экзопротезированием и аорто-ассоциированными осложнениями в отдаленном периоде. S.H. Lee и H. Zhang не обнаружили различий в 5-летней выживаемости между пациентами, которые перенесли замену аортального клапана с или без дополнительной коррекции умеренно расширенной аорты [23; 28]. В то же время у 2 больных в группе изолированной коррекции

аортального порока без укутывания аорты отмечали выраженное прогрессирующее расширение ВоА более 60 мм. В исследовании с более продолжительным сроком наблюдения M.S. Choi и соавт. отметили, что 10-летняя свобода от сердечно-сосудистой смерти была аналогичной у пациентов с двустворчатым аортальным клапаном, подвергшихся изолированной коррекции аортального порока (91,7 %), и у тех, у кого клапанная процедура была с укутыванием ВоА (89,3 %) [27]. Два пациента из 722, включенные в метаанализ Т. Plonek, умерли от аорто-ассоциированных осложнений: один вследствие острого расслоения аорты, второй во время операции по поводу редилатации ВоА. Оба случая произошли в группе укутывания с редуцированной аортопластикой [22].

Редилатация укутанной аорты — возможный вариант развития неблагоприятных событий в долгосрочной перспективе. Тем не менее редукция размеров аорты вследствие укутывания имеет стойкий характер [13; 21; 22]. По данным H. Zhang и соавт., расширение корня аорты после протезирования более выражено, чем после укутывания [28]. В метаанализе Т. Plonek только у 12 пациентов (1,7 %) выявили значительное расширение укутанного сегмента аорты [22]. При этом все случаи реоперации наблюдали в группах укутывания с пликацией или аортопластикой. Выявленные случаи редилатации были связаны с миграцией протеза или его неправильным позиционированием и не встречались в ситуациях, когда протез фиксировали проксимально и дистально [24; 25; 30]. Также С. Izgi и соавт. опровергли это опасение у пациентов после PEARS, показав на 24 больных, что диаметр кольца аорты оставался постоянным в течение 6,3 года после процедуры [31].

Ограничения методики

Процедура не рекомендуется, если аорта значительно расширена (более 55–60 мм), из-за риска образования на ней складок, которые могут привести к осложнениям [7; 23; 32]. В таких случаях возможно комбинировать редуцированную аортопластику с укутыванием.

Лучше всего для коррекции с помощью укутывания подходит постстенотическое веретенообразное расширение. Этот вариант встречается примерно в 15 % всех аневризм ВоА [2; 12]. Такие варианты, как аннулоаортальная эктазия, мешковидные аневризмы или диффузная трубчатая дилатация всей аорты, практически не подходят для укутывания. Тем не менее F. Pescorago и соавт. описали 8 случаев успешной коррекции с помощью уку-

тивания умеренной аортальной недостаточности с клапанной дисфункцией из-за дилатации синотубулярного соединения [15].

Острое или хроническое расслоение ВоА считается абсолютным показанием к протезированию пораженного участка. Однако описаны случаи применения укутывания у пациентов с острым расслоением типа А по классификации Standford. Так, S. Lopez и соавт. успешно провели 6 операций с помощью данной техники без пережатия аорты [33]. Все пациенты выжили, при контрольном сканировании у 4 из них ложный просвет закрылся и у 2 тромбировался. P. Demondion и соавт. сообщили о результатах укутывания ВоА без искусственного кровообращения у 15 пациентов высокого риска и сравнили их с результатами больных, получивших стандартное хирургическое лечение [34]. Ранняя послеоперационная смертность была сопоставимой в обеих группах, как и показатели длительности пребывания в отделении анестезиологии и реанимации и стационаре. Ложный просвет внутри укутанного сегмента аорты закрылся у всех пациентов, у которых место первичной диссекции было в восходящей аорте.

Необходимы рандомизированные проспективные многоцентровые исследования с применением методик экзопротезирования для получения большего опыта и объективных данных, которые помогут во внедрении их в рутинную хирургическую практику.

Заключение

Экзопротезирование умеренно расширенной ВоА (до 55 мм) может быть хорошей альтернативной опцией для пациентов с высоким хирургическим риском при традиционной тактике лечения. Методика относительно легко воспроизводима, помогает избежать применения искусственного кровообращения или значительно сокращает его продолжительность при наличии сопутствующих процедур.

Укутывание вызывает немедленное ремоделирование ВоА и, в меньшей степени, соседних сегментов. Биомеханическое моделирование показало, что метод снижает напряжение сосудистой стенки как изнутри, так и снаружи, уменьшая риск разрыва и расслоения. При этом нет данных, что гистологические преобразования укутанной аорты связаны с повышенным риском аорто-ассоциированных осложнений.

Таким образом, у пациентов с высоким хирургическим риском традиционного протезирования возможно экзопротезирование.

Список литературы / References

1. Lima B, Hughes G.C., Lemaire A., Jaggars J., Glower D.D., Wolfe W.G. Short-term and intermediate-term outcomes of aortic root replacement with St. Jude mechanical conduits and aortic allografts. *Ann Thorac Surg.* 2006;82(2):579-585. PMID: 16863768. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.03.068>
2. Carrel T, von Segesser L., Jenni R., Gallino A., Egloff L., Bauer E., Laske A., Turina M. Dealing with dilated ascending aorta during aortic valve replacement: advantages of conservative surgical approach. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1991;5(3):137-143. PMID: 2025439. [https://doi.org/10.1016/1010-7940\(91\)90212-3](https://doi.org/10.1016/1010-7940(91)90212-3)
3. Baumgartner H., Falk V., Bax J.J., de Bonis M., Hamm C., Holm P.J., Lung B., Lancellotti P., Lansac E., Rodriguez Muñoz D., Rosenhek R., Sjögren J., Tornos Mas P., Vahanian A., Walthert T., Wendler O., Windecker S., Zamorano J.L. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2017;38(36):2739-2791. PMID: 28886619. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391>
4. Williams J.B., Peterson E.D., Zhao Y., O'Brien S.M., Andersen N.D., Miller D.C., Chen E.P., Hughes G.C. Contemporary results for proximal aortic replacement in North America. *J Am Coll Cardiol.* 2012;60(13):1156-1162. PMID: 22958956; PMCID: PMC3699187. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.06.023>
5. Zierer A., Melby S.J., Lubahn J.G., Sicard G.A., Damiano Jr R.J., Moon M.R. Elective surgery for thoracic aortic aneurysms: late functional status and quality of life. *Ann Thorac Surg.* 2006;82(2):573-578. PMID: 16863767. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.03.042>
6. Robicsek F. A new method to treat fusiform aneurysms of the ascending aorta associated with aortic valve disease: an alternative to radical resection. *Ann Thorac Surg.* 1982;34(1):92-94. PMID: 7046664. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)60860-0](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)60860-0)
7. Gill M., Dunning J. Is reduction aortoplasty (with or without external wrap) an acceptable alternative to replacement of the dilated ascending aorta? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;9(4):693-697. PMID: 19602491. <https://doi.org/10.1510/icvts.2009.213405>
8. Egloff L., Rothlin M., Kugelmeier J., Senning Å., Turina M. The ascending aortic aneurysm: replacement or repair? *Ann Thorac Surg.* 1982;34(2):117-124. PMID: 7103583. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)60871-5](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)60871-5)
9. Arsan S., Akgun S., Kurtoglu N., Yildirim T., Tekinsoy B. Reduction aortoplasty and external wrapping for moderately sized tubular ascending aortic aneurysm with concomitant operations. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(3):858-861. PMID: 15337007. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.03.101>
10. Чернявский А.М., Сирота Д.А., Альсов С.А., Хван Д.С., Ляшенко М.М. Экзопротезирование при аневризмах восходящего отдела аорты. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2015;19(2):72-76. <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2015-2-72-76>
Chernyavsky A.M., Sirota D.A., Alsov S.A., Khvan D.S., Lyashenko M.M. Wrapping of ascending aortic aneurism. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2015;19(2):72-76. (In Russ.) <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2015-2-72-76>
11. 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;80(2):748-750. PMID: 16039256. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.02.092>

12. 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. <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2016-2-49-57>
Chernyavskiy A.M., Khvan D.S., Alsov S.A., Sirota D.A., Lyashenko M.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.) <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2016-2-49-57>
13. Golesworth T., Lampérth M., Mohiaddin R., Pepper J., Thornton W., Treasure T. The Tailor of Gloucester: A jacket for the Marfan's aorta. *Lancet*. 2004;364(9445):1582. PMID: 15519627. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(04\)17308-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(04)17308-x)
14. Treasure T. A 'compare and contrast' exercise: wrapping versus personalised external aortic root support (PEARS). *J Cardiothorac Surg*. 2016;11(1):104. PMID: 27406033; PMCID: PMC4942886. <https://doi.org/10.1186/s13019-016-0499-7>
15. Pecoraro F., Shingaki M., Steuer J., Chaykovska L., Rancic Z., Weber A., Nguyen-Kim T.D.L., Bettex D., Veith F.J., Lachat M. Treatment of isolated ascending aortic aneurysm by off-pump epiaortic wrapping is safe and durable. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2016;23(2):286-291. PMID: 27083869. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivw103>
16. Nemeš P., Pepper J., Fila P. Personalized external aortic root support. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020;31(3):342-325. PMID: 32761056. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaa111>
17. Cohen O., Odim J., de La Zerda D., Ukatu C., Vyas R., Vyas N., Palatnik K., Laks H. Long-term experience of girdling the ascending aorta with Dacron mesh as definitive treatment for aneurysmal dilation. *Ann Thorac Surg*. 2007;83(2):S780-S784. PMID: 17257926. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.10.086>
18. Płonek T., Dumanski A., Nowicki R., Kustrzycki W. Computed tomography angiography of aorta subjected to external wrapping. *J Cardiothorac Surg*. 2016;11(1):89. PMID: 27245321; PMCID: PMC4888732. <https://doi.org/10.1186/s13019-016-0487-y>
19. Plonek T., Rylski B., Dumanski A., Siedlaczek P., Kustrzycki W. Biomechanical analysis of wrapping of the moderately dilated ascending aorta. *J Cardiothorac Surg*. 2015;10:106. PMID: 26231405; PMCID: PMC4522071. <https://doi.org/10.1186/s13019-015-0299-5>
20. Neri E., Massetti M., Tanganelli P., Capannini G., Carone E., Tripodi A., Tucci E., Sassi C. Is it only a mechanical matter? Histologic modifications of the aorta underlying external banding. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;118(6):1116-1118. PMID: 10595988. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(99\)70111-x](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(99)70111-x)
21. Pepper J., Goddard M., Mohiaddin R., Treasure T. Histology of a Marfan aorta 4.5 years after personalized external aortic root support. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015;48(3):502-505. PMID: 25406424; PMCID: PMC4535558. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu415>
22. Plonek T. A metaanalysis and systematic review of wrapping of the ascending aorta. *J Card Surg*. 2014;29(6):809-815. PMID: 25195510. <https://doi.org/10.1111/jocs.12448>
23. Lee S.H., Kim J.B., Kim D.H., Jung S.-H., Choo S.J., Chung C.H., Lee J.W. Management of dilated ascending aorta during aortic valve replacement: valve replacement alone versus aorta wrapping versus aorta replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;146(4):802-809. PMID: 23856198. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.06.007>
24. Ang K.-L., Raheel F., Bajaj A., Sosnowski A., Galiñanes M. Early impact of aortic wrapping on patients undergoing aortic valve replacement with mild to moderate ascending aorta dilatation. *J Cardiothorac Surg*. 2010;5:58. PMID: 20691060; PMCID: PMC2922107. <https://doi.org/10.1186/1749-8090-5-58>
25. Park J.Y., Shin J.-K., Chung J.W., Kim J.S., Chee H.K., Song M.-G. Short-term outcomes of aortic wrapping for mild to moderate ascending aorta dilatation in patients undergoing cardiac surgery. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;45(3):148-154. PMID: 22708081; PMCID: PMC3373969. <https://doi.org/10.5090/kjtcs.2012.45.3.148>
26. Plonek T., Dumanski A., Nowicki R., Kustrzycki W. Single center experience with wrapping of the dilated ascending aorta. *J Cardiothorac Surg*. 2015;10:168. PMID: 26589143; PMCID: PMC4654867. <https://doi.org/10.1186/s13019-015-0371-1>
27. Choi M.S., Jeong D.S., Lee H.Y., Sung K., Kim W.S., Lee Y.T., Park P.W. Aortic wrapping for a dilated ascending aorta in bicuspid aortic stenosis. *Circ J*. 2015;79(4):778-784. PMID: 25740349. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-14-0933>
28. Zhang H., Lu F., Qu D., Han L., Xu J., Ji G., Xu Z. Treatment of fusiform ascending aortic aneurysms: a comparative study with 2 options. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(3):738-743. PMID: 20584536. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.05.031>
29. Treasure T., Petrou M., Rosendahl U., Austin C., Rega F., Pirk J., Pepper J. Personalized external aortic root support: A review of the current status. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016;50(3):400-404. PMID: 27032474. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw078>
30. Robicsek F., Cook J.W., Reames Sr M.K., Skipper E.R. Size reduction ascending aortoplasty: is it dead or alive? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(4):562-570. PMID: 15457157. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2004.04.032>
31. Izgi C., Newsome S., Alpendurada F., Nyktari E., Boutsikou M., Pepper J., Treasure T., Mohiaddin R. External aortic root support to prevent aortic dilatation in patients with Marfan syndrome. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(10):1095-1105. PMID: 30165980. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.06.053>
32. Belov I.V., Stepanenko A.B., Gens A.P., Savichev D.D., Charchyan E.R. Reduction aortoplasty for ascending aortic aneurysm: a 14-year experience. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2009;17(2):162-166. PMID: 19592547. <https://doi.org/10.1177/0218492309103302>
33. Lopez S., Roux D., Cazavet A., Tapia M., Teboul J., Leobon B., Glock Y. Wrapping procedure for Stanford type A acute aortic dissection: is there an indication for surgery without a cardiopulmonary bypass? *Ann Thorac Surg*. 2012;94(3):990-991. PMID: 22580172. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.12.083>
34. Demondion P., Ramadan R., Azmoun A., Raouf F., Angel C., Nottin R., Deleuze P. Aortic wrapping for Stanford type A acute aortic dissection: short and midterm outcome. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(5):1590-1596. PMID: 24518574. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2013.11.052>

Wrapping of the ascending aorta: history and prospects

Vsevolod A. Akulov¹, Sergey A. Alsov^{1,2}, Dmitry A. Sirota¹, Maxim M. Lyashenko¹, Aleksandr M. Chernyavskiy¹

¹ Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

Corresponding author. Vsevolod A. Akulov, akulov.vsevolod@gmail.com

Abstract

Historically, exoprosthesis is one of the first surgical procedures used for aneurysmal dilatation of such great vessels as the aorta. Despite the acceptable results of this method it is not widespread now because of the possible negative consequences of aortic wall wrapping (rupture or dissection).

According to the latest guidelines, it is necessary to consider prosthetics of the ascending aorta by the patients with aortic valve surgery and aneurysmal dilatation of the ascending aorta more than 45 mm. However, early postoperative mortality reaches 20% by elderly patients with severe comorbidities. In such situations, it is worth to choose a less traumatic surgical approach. Exoprosthesis of the aorta reduces the invasiveness of procedure, time of artificial circulation and aortic occlusion thereby taking down the risks of early postoperative complications.

The purpose of this literature review is to analyze the current data on the technique of exoprosthesis of the aorta by the patients with moderate ascending aorta dilatation. The Scopus, Web of Science, PubMed databases were used for searching and selecting literature sources.

The results demonstrate that aortic wrapping is a safe method causing rapid and permanent aortic remodeling. The technique has comparable long-term results with prosthetics of the ascending aorta despite the presence of histological changes in the aortic wall with a changing in its mechanical properties.

Keywords: aneurysm; aorta; exoprosthesis; wrapping

Received 28 September 2021. Revised 19 January 2022. Accepted 20 January 2022.

Funding: This work was carried out within the framework of the state task of Ministry of Health of Russian Federation No. 121032300337-5.

Conflict of interest: Authors declare no conflict of interest.

Contribution of the authors

Conception and study design: S.A. Alsov, D.A. Sirota

Drafting the article: V.A. Akulov

Critical revision of the article: S.A. Alsov, D.A. Sirota, M.M. Lyashenko, A.M. Chernyavskiy

Final approval of the version to be published: V.A. Akulov, S.A. Alsov, D.A. Sirota, M.M. Lyashenko, A.M. Chernyavskiy

ORCID ID

V.A. Akulov, <https://orcid.org/0000-0003-1991-6783>

S.A. Alsov, <https://orcid.org/0000-0002-3427-8137>

D.A. Sirota, <https://orcid.org/0000-0002-9940-3541>

M.M. Lyashenko, <https://orcid.org/0000-0001-8675-8303>

A.M. Chernyavskiy, <https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>

Copyright: © 2022 Akulov et al.

How to cite: Akulov V.A., Alsov S.A., Sirota D.A., Lyashenko M.M., Chernyavskiy A.M. Wrapping of the ascending aorta: history and prospects. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2022;26(2): 30-37. (In Russ.) <https://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2022-2-30-37>

