

ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ**INTERVENTIONAL RADIOLOGY**

DOI:10.33529/ANGIO2021303

ЭНДОВАСКУЛЯРНОЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ДУГИ АОРТЫ**ИМАЕВ Т.Э.¹, САЛИЧКИН Д.В.¹, КОМЛЕВ А.Е.¹, КОЛЕГАЕВ А.С.¹, КУЧИН И.В.¹, ЛЕПИЛИН П.М.¹, ТРИПОТЕНЬ М.И.², ФЕДОТЕНКОВ И.С.³, БАЛАХОНОВА Т.В.², АКЧУРИН Р.С.¹**¹ Отдел сердечно-сосудистой хирургии,² Отдел ультразвуковой диагностики,³ Отдел томографии, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Минздрава России, Москва, Россия

Цель. Оценка госпитальных результатов эндопротезирования дуги аорты с применением различных вариантов эндоваскулярного супрааортального дебринга.

Материалы и методы. В анализ было отобрано 27 пациентов, которым в рамках эндопротезирования дуги аорты выполнялись различные виды супрааортального эндодобринга, включавшие в себя методику параллельных протезов и имплантацию фенестрированных стент-графтов. Проведен анализ клинико-морфологического статуса пациентов перед операцией, особенностей вмешательства (разновидности дебринга и зоны по классификации Ishimaru, в которых проводилась реконструкция) и госпитальных результатов лечения.

Результаты. Средний возраст пациентов составил 66 лет. Основной нозологией (70%) была аневризма аорты. Почти в 30% случаев операция осуществлялась в экстренном порядке по поводу острого аортального синдрома. Главными причинами для отказа от традиционного протезирования являлись хроническая болезнь почек (22,5%), хроническая обструктивная болезнь легких (11%), острое нарушение мозгового кровообращения в течение последних 6 месяцев (15%). Технический успех операции достигнут в 100% случаев. Средняя продолжительность вмешательства составила 226 мин., средний объем кровопотери — 355 мл. Большинство реконструкций проводилось в зонах 1 и 2 по Ishimaru (59 и 33% соответственно), у 2 (7%) пациентов протезирование выполнено в зоне 0. Общее количество вовлеченных в реконструкцию ветвей аорты составило 45. Осложнения, связанные с вмешательством, включали в себя 3 (11%) случая острого нарушения мозгового кровообращения, 2 (7,4%) окклюзии ветвей аорты и 1 (3,7%) эндолик II типа. Госпитальная и 30-дневная летальность составили 3,7 и 7,4% соответственно.

Выводы. Эндопротезирование дуги аорты с применением супрааортального эндодобринга считается эффективным альтернативным методом лечения для пациентов с различной патологией дуги аорты, которым противопоказано традиционное протезирование с использованием искусственного кровообращения.

Ключевые слова: эндопротезирование дуги аорты, супрааортальный дебринг, фенестрированный стент-графт, метод параллельных графтов, ультразвуковое дуплексное сканирование.

ВВЕДЕНИЕ

С момента первой имплантации аортального стент-графта Николаем Володосем в 1987 г., когда многие специалисты отнеслись к данному методу скептически, произошла революция в отношении мирового медицинского сообщества к эндоваскулярному протезированию аорты [1]. В современной клинической практике эндопротезирование считается общепризнанным методом лечения патологии аорты различной локализации. При реконструкции нисходящей грудной аорты эндопротезирование

становится методом выбора для многих плановых и большинства экстренных случаев [2]. При патологии дуги аорты «золотым стандартом» остается традиционное протезирование с использованием искусственного кровообращения, которое ассоциируется со значительной смертностью и частотой инсультов, что нередко является причиной отказа в оперативном лечении [3–8]. В последнее время возрастает интерес к эндоваскулярным и гибридным методам коррекции аневризм дуги аорты и ее ветвей [9]. Гибридная методика включает сочета-

ние имплантации стент-графта и хирургического супраортального дебринга. Полностью эндоваскулярный подход подразумевает выполнение эндодебринга с применением метода параллельных графтов в различной модификации («дымоход», «перископ», «сэндвич») или имплантацию фенестрированных или браншированных эндопротезов. Мы представляем наш опыт эндоваскулярного протезирования дуги аорты с использованием различных методик эндодебринга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В отделе сердечно-сосудистой хирургии Национального медицинского исследовательского центра кардиологии Минздрава России проведено более 170 операций эндопротезирования грудной аорты. Около 50 из них заключалось в протезировании дуги аорты в ее сегментах, которое осуществлялось с использованием различных видов дебринга ветвей дуги.

В анализ отобраны 27 пациентов с различными видами эндоваскулярного дебринга, включившими в себя методику параллельных протезов «дымоход» и эндопротезирование аорты фенестрированным стент-графтом. Все больные предоставили письменное информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с требованиями Хельсинкской Декларации. Проведен анализ дооперационного клиничко-морфологического статуса. Всем пациентам в рамках подготовки к операции выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с контрастом. На основании данного исследования оценивалась анатомия аорты и принималось решение по поводу зоны проксимальной фиксации аортального эндопротеза и вида супраортального дебринга. Кроме того, в протокол дооперационного обследования входило ультразвуковое доплеровское сканирование ветвей дуги аорты для дальнейшей интраоперационной оценки параметров кровотока в динамике после дебринга. Также были изучены интраоперационные параметры (время операции, кровопотеря и т. д.) и госпитальные результаты лечения, такие как частота развития различных осложнений, сроки госпитализации и т. д. Эффективность дебринга оценивалась на основании клинической картины, послеоперационных данных МСКТ, а у части больных — также ультразвукового дуплексного сканирования (УЗДС) ветвей аорты.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Средний возраст пациентов составил 66 лет. Основной нозологией, по поводу которой оперировались пациенты, была аневризма дуги аорты. В трети случаев имел место острый аортальный синдром. В 11% пациенты страдали хронической

Таблица 1

Клиничко-функциональный профиль пациентов	
Характеристика	N=27
Возраст, лет	66±16
Мужской/женский пол	9 (33,3%)/18 (66,7%)
Индекс массы тела, кг/м ²	28±5
Аневризма дуги аорты	19 (70%)
Диссекция аорты: · тип А · тип В	1 (4%) 7 (26%)
Острый аортальный синдром (экстренная операция) · острый разрыв аорты · острая диссекция	3 (11%) 5 (18,5%)
ИБС	11 (41%)
Хроническая обструктивная болезнь легких	3 (11%)
Хроническая болезнь почек: · III–IV стадии · V стадия	5 (18,5%) 1 (4%)
ОНМК в течение последних 6 месяцев	4 (15%)
Операции на сердце в анамнезе	1 (4%)

Примечание. ИБС - ишемическая болезнь сердца; ОНМК - острое нарушение мозгового кровообращения.

Таблица 2

Интраоперационные показатели	
Характеристика	N=27
В экстренном порядке	8 (30%)
Технический успех	100%
Проксимальная зона по Ishimaru: · 0 · 1 · 2	2 (7,4%) 16 (59,3%) 9 (33,3%)
Время операции, мин.	226±101
Кровопотеря, мл	355±265
Объем контраста, мл	200±86
Аортальный эндопротез: · Valiant · Gore · Alpha · Ancura	3 (11%) 3 (11%) 8 (30%) 13 (48%)

обструктивной болезнью легких тяжелого или крайне тяжелого течения. У 1 пациента была терминальная стадия хронической болезни почек, что требовало проведения программного гемодиализа. В 15% причиной отказа в открытом оперативном лечении с искусственным кровообращением являлось перенесенное острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) давностью менее 6 месяцев. В табл. 1 отражены основные характеристики пациентов, вошедших в анализ.

Основные интраоперационные показатели отражены в табл. 2. В трети случаев оперативное вмешательство было выполнено в экстренном порядке по поводу острого аортального синдрома

Разновидности выполненного дебринга ветвей дуги аорты (общее количество переключенных ветвей аорты = 45)			Таблица 3
Характеристика	Периферический эндопротез	N=45	
«Дымоход» левой общей сонной артерии	Advanta (13), Lifestream (1), BeGraft (1)	15	
«Дымоход» левой подключичной артерии	Advanta (3), Lifestream (1)	4	
Фенестрация в области устья левой общей сонной артерии	Lifestream (1), BeGraft (2), без эндопротезирования (1)	4	
Фенестрация в области устья левой подключичной артерии	Lifestream (1), BeGraft (2), без эндопротезирования (6)	9	
Фенестрация в области устья брахиоцефального ствола	Lifestream (1), без эндопротезирования (1)	2	
Левостороннее сонно-подключичное шунтирование	Без эндопротезирования	11	

пациентов. Средняя продолжительность вмешательства составила 226 мин., средний объем кровопотери – 355 мл. В 2 случаях острого разрыва аорты со средним и большим гемотораксом с коллабированием легкого 2-м этапом на 2-е сутки после реконструкции аорты проводилась торакотомия с санацией гематомы и дренированием плевральной полости. Чаще всего эндопротезирование осуществлялось в зоне 1 по классификации Ishimaru в сочетании с тем или иным видом дебринга левой общей сонной и левой подключичной артерий [10].

(острый разрыв, расслоение аорты и в 1 наблюдении множественные симптомные пенетрирующие язвы с формированием интрамуральных гематом дуги аорты). Технический успех был достигнут у всех

Спектр методов супраортального дебринга и использованных эндопротезов в зависимости от зоны проксимальной фиксации аортального стент-графта представлены в табл. 3.

Показатели ультразвуковой доплерографии сосудов до и после имплантации фенестрированного эндопротеза					Таблица 4
Целевая артерия	Без эндопротезирования (n=8)		С эндопротезированием (n=7)		
	УЗДС до	УЗДС после	УЗДС до	УЗДС после	
БЦС (n=2)	-	-	PSV 90 см/сек Магистральный кровоток	PSV 87 см/сек Магистральный кровоток	
	PSV 101 см/сек Магистральный кровоток	PSV 90 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
Левая ОСА (n=4)	PSV 98 см/сек Магистральный кровоток	PSV 107 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
	-	-	PSV 168 см/сек Магистральный кровоток	PSV 134 см/сек Магистральный кровоток	
	-	-	PSV 114 см/сек Магистральный кровоток	PSV 95 см/сек Магистральный кровоток	
Левая ПКА (n=9)	-	-	PSV 62 см/сек Магистральный кровоток	PSV 63 см/сек Магистральный кровоток	
	PSV 98 см/сек Магистральный кровоток	PSV 103 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
	PSV 103 см/сек Магистральный кровоток	PSV 97 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
	-	-	PSV 120 см/сек Магистральный кровоток	PSV 150 см/сек Магистральный кровоток	
	PSV 115 см/сек Магистральный кровоток	PSV 126 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
	-	-	PSV 218 см/сек Магистральный кровоток	PSV 127 см/сек Магистральный кровоток	
	PSV 119 см/сек Магистральный кровоток	PSV 139 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
	PSV 98 см/сек Магистральный кровоток	PSV 129 см/сек Магистральный кровоток	-	-	
PSV 98 см/сек Магистральный кровоток	PSV 129 см/сек Магистральный кровоток	-	-		
-	-	PSV 115 см/сек Магистральный кровоток	PSV 114 см/сек Магистральный кровоток		

Примечание. УЗДС – ультразвуковое дуплексное сканирование; БЦС – брахиоцефальный ствол; ОСА – общая сонная артерия; ПКА – подключичная артерия.

В зависимости от объективных данных и ультразвуковых параметров кровотока в вовлеченных в реконструкцию сосудах (пиковая систолическая и конечно-диастолическая скорость потока, а также тип кровотока на основании анализа огибающей кривой доплеровского спектра, некоторые из параметров у этих больных представлены в табл. 4) в 7 из 15 фенестраций дополнительно имплантированы стент-графты с переходом на проксимальный сегмент соответствующей супрааортальной ветви. Это было обусловлено наличием объективных признаков обструкции в проксимальном сегменте сосуда (появление высокой разницы артериального давления на левой и правой руках, значительное увеличение скоростей кровотока и негативное изменение формы кривой доплеровского спектра) и в 8 случаях фенестра не стентировалась. В 3 (11%) случаях реваскуляризация левой подключичной артерии не выполнялась.

Основные результаты и осложнения оперативного лечения отображены в табл. 5.

Среднее время пребывания в отделении реанимации и средний срок госпитализации после операции составили 1,2 и 8,2 дней соответственно. При анализе осложнений выявлено 3 случая ОНМК: 1 обширный ишемический инсульт, потребовавший перевода в специализированный стационар, эпизод преходящего выпадения поля зрения и ишемический инсульт в бассейне правой средней мозговой артерии с развитием левостороннего гемипареза и анозогнозии.

Что касается осложнений со стороны почек, то случаев контраст-индуцированной нефропатии не отмечалось. Вероятно, это связано с использованием интраоперационной сосудистой навигации и небольшими дозами введенного контраста, несмотря на объем вмешательства и наличие почти у четверти больных тяжелых нарушений фильтрационной функции почек.

Среди осложнений отмечен один эндолик II типа, диагностированный при МСКТ перед выпиской, который полностью регрессировал на контрольном исследовании через 3 месяца.

На показателях госпитальной летальности (3,7%) отразился случай пневмонии с тяжелой дыхательной недостаточностью у больного с разрывом аорты и тотальным гемотораксом. Еще одна больная скончалась от обширного ишемического инсульта в неврологическом стационаре. Таким образом, 30-дневная летальность составила 7,4%.

Пройодимость ветвей аорты, вовлеченных в реконструкцию, за весь период наблюдения (средняя продолжительность 2,2 года) составила 93%. В отдаленном периоде имели место 2 случая окклюзии ветвей аорты: бессимптомное закрытие сонно-под-

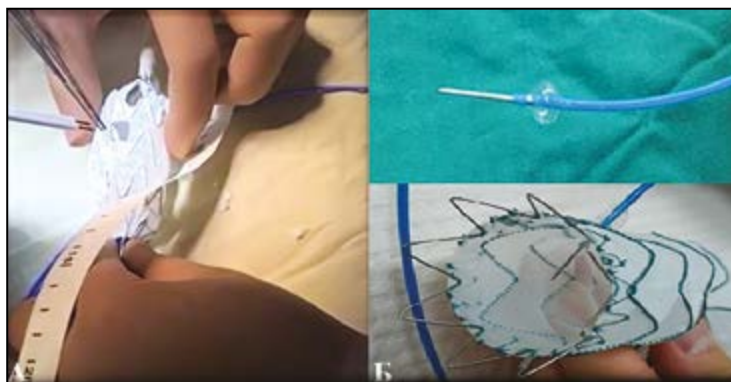
Характеристика	N=27
Количество дней в ОРИТ	1,2±0,6
Количество дней после операции в стационаре	8,2±4,5
Осложнения:	
• ОНМК	3 (11%)
• Госпитальная летальность	1 (3,7%)
• 30-дневная летальность	2 (7,4%)
• КИН	0
• Окклюзия ветви дуги аорты	2 (7,4%)
• Эндолик II типа	1 (3,7%)

Примечание. ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; КИН – контраст-индуцированная нефропатия.

ключичного шунта, выявленное при контрольной МСКТ через 2 года после вмешательства, и окклюзия «дымохода» левой сонной артерии, по поводу которой выполнена тромбэктомия с хорошим ангиографическим и клиническим эффектом.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на активное внедрение эндоваскулярных технологий в клиническую практику, «золотым стандартом» лечения пациентов с патологией грудной аорты остается традиционное хирургическое лечение с применением искусственного кровообращения. Использование хирургических и перфузиологических методов, направленных на защиту мозга, снижение кровопотери и профилактику полиорганной недостаточности у плановых больных, позволяет свести к минимуму частоту развития жизнеугрожающих осложнений и периоперационной летальности [11]. В то же время результаты хирургического лечения острой патологии дуги аорты по-прежнему ассоциируются с достаточно высоким уровнем периоперационной летальности [12]. Эндопротезирование дуги аорты имеет преимущества с точки зрения безопасности и зачастую является единственным методом лечения у пациентов крайне высокого риска традиционного протезирования дуги аорты в условиях искусственного кровообращения. Большой мета-анализ, включивший 1021 пациента, показал, что на данном этапе развития хирургии, как правило, выполняется эндопротезирование дуги аорты в ее дистальных сегментах (зона 1–3). Исследователи пришли к тому, что при вмешательстве на этих зонах эндоваскулярные методы дебранчинга предпочтительней, в то время как при протезировании в зоне 0 чаще выбирают классическую операцию сосудистого переключения [13]. Возможно, это связано с результатами того же самого исследования, продемонстрировавшего явные преимущества по показателям ранней смертности у пациентов

Рис. 1. Пример формирования фенестраций: А – *on table*, Б – *in situ*

с эндодебранчингом по сравнению с шунтирующими операциями, которым осуществлен эндодебранчинг в зонах 1–3. Еще одной находкой в ходе этого метаанализа стал тот факт, что эндодебранчингу чаще подвергаются пациенты с аневризмами, чем с диссекциями, в отличие от традиционных методов сосудистого переключения, одинаково часто применяющихся как при расслоениях, так и при аневризмах. Спектр наших больных не отличается от этих данных: у подавляющего большинства выполнялся эндоваскулярный дебранчинг левой ОСА и подключичной артерий, и пациенты чаще оперировались по поводу аневризмы. Возможно, малая частота эндопротезирования в зоне 0 обусловлена недоступностью браншированных и фенестрированных на производстве эндопротезов, поскольку все подобные устройства пока находятся на стадии испытаний и еще широко не применяются в клинической практике.

В отечественной хирургической практике также продолжает накапливаться собственный опыт эндопротезирования различных сегментов дуги аорты как этапа гибридных вмешательств. Так, С.А. Абугов и соавт. сообщили о результатах эндопротезирования аорты у 96 пациентов с госпитальной летальностью 3,1%, при этом у 42 больных (43,8%) вмешательство выполнялось на дуге аорты, однако для дебранчинга авторы применяли хирургический подход [14]. Описаний клинического применения полностью эндоваскулярного дебранчинга дуги аорты в отечественной литературе мы не обнаружили.

В 2019 г. мы начали применять метод эндопротезирования дуги аорты фенестрированным стент-графтом с интраоперационным формированием фенестраций. Фенестра формируется либо *on table* после частичного расправления протеза с последующей обратной загрузкой в систему доставки, либо *in situ* с применением специального баллонного катетера с пункционной иглой (рис. 1).

Одним из основных моментов при протезировании дуги аорты фенестрированными устройствами

является вопрос дополнительного стентирования или эндопротезирования ветвей через фенестру. Существует мнение, что в период сердечного цикла проксимальный сегмент аорты обладает большей подвижностью. Со временем это само по себе может привести к дислокации фенестры относительно устья сосуда и стать причиной эндолика и/или ишемии, особенно если речь идет об аневризме аорты, когда протез прилежит к нативной стенке не на всем протяжении, а лишь в участках дистальной и проксимальной шейки. Однако эта теория предполагает изучение долгосрочных прогнозов и не подтверждена ранними результатами лечения [15]. Еще одной причиной дислокации фенестры может служить рост аневризматического мешка, вызванный различными типами эндоликов, в том числе и отсроченных [16]. По данным ранее упомянутого метаанализа, дополнительное стентирование фенестр, с одной стороны, уменьшает риск роста аневризмы, частоту развития вторичных эндоликов и ишемических осложнений, с другой – «заякоривание» аортального стент-графта в дистальных сегментах восходящей аорты может ассоциироваться с более высоким риском ретроградной диссекции типа А [13]. Поэтому вопрос выбора между двумя подходами при эндопротезировании дуги аорты фенестрированными устройствами остается дискуссионным.

В своей практике при вмешательствах на зонах 0 и 1 мы почти всегда выполняли эндопротезирование брахиоцефального ствола и левой сонной артерии, за исключением единичных случаев. Что касается фенестрации в области левой подключичной артерии, то в случае отхождения ветви от аневризмы всегда осуществляется эндопротезирование. При других анатомических вариантах, когда устье отходит от шейки аневризмы, а также в случаях расслоения аорты, решение о дополнительном стентировании подключичной артерии принималось интраоперационно по объективным данным. Т. е. принимая во внимание картину селективной ангиографии через фенестру, разницу артериального давления на руках, параметры ультразвукового доплеровского сканирования подключичной артерии. На рис. 2 представлен клинический пример больного с аневризмой перешейка аорты, у которого проведено эндопротезирование в зоне 1 с фенестрацией под сонную и подключичную артерии. В сонную артерию имплантирован стент-графт, а от стентирования подключичной артерии было решено воздержаться, поскольку по результатам УЗДС нет признаков значимого нарушения кровотока.

Стоит отметить, что индивидуализированное изготовление фенестрированных стент-графтов на основании данных МСКТ значительно увеличивает их стоимость и сроки ожидания устройства, что делает неприемлемым их использование в экстренных ситуациях. Операции с мануальной модификацией эндопротеза считаются процедурой *off-label*, могут выполняться в экстренных ситуациях либо в рамках исследовательской работы экспертами, имеющими большой опыт эндопротезирования аорты, причем первые вмешательства обязательно должны проводиться с участием клинических специалистов компании-производителя стент-графта.

ВЫВОДЫ

Эндопротезирование дуги аорты с применением супраортального эндодебранчинга — эффективный и альтернативный метод лечения пациентов с патологией грудной аорты, которые по тем или иным причинам не могут быть кандидатами для традиционного протезирования с использованием



Рис. 2. Пример эндопротезирования дуги аорты фенестрированным стент-графтом в зоне 1: А – доплеровские показатели кровотока в левой подключичной (сверху) и левой сонной артериях (снизу) до эндопротезирования; Б – интраоперационная ангиограмма после эндопротезирования, в фенестру левой сонной артерии имплантирован стент-графт, фенестра подключичной артерии не стентировалась; В – доплеровские показатели кровотока в левой подключичной (сверху) и левой сонной артерии (снизу) после эндопротезирования

искусственного кровообращения. В соответствии с представленными результатами этот метод является перспективным и требует дальнейшего изучения и совершенствования.

Конфликт интересов отсутствует.