



# Сравнительный анализ эндоваскулярного и открытого дебрэншинга при эндопротезировании грудной аорты

Т.Н. Хафизов<sup>1,2</sup>, И.А. Идрисов<sup>1</sup>, В.В. Катаев<sup>1</sup> ✉, Е.В. Чеботарь<sup>3</sup>, Р.Ю. Нагаев<sup>3</sup>, М.А. Арипов<sup>4</sup>, А.Ю. Гончаров<sup>4</sup>, С.И. Благодаров<sup>2</sup>, А.Р. Гилемханов<sup>2</sup>

Отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2

<sup>1</sup> ГБУЗ «Республиканский кардиологический центр»

450106, Российская Федерация, Республика Башкортостан, Уфа, ул. Степана Кувыкина, д. 96

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» МЗ РФ

450008, Российская Федерация, Республика Башкортостан, Уфа, ул. Ленина, д. 3

<sup>3</sup> ГБУЗ НО «Научно-исследовательский институт – специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королева»

603950, Российская Федерация, Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 209

<sup>4</sup> Центр Сердца УМС

010000, Республика Казахстан, Астана, просп. Туран, д. 38

✉ Контактная информация: Катаев Валентин Валерьевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2 ГБУЗ РКЦ. Email: valentin.kataev@inbox.ru

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Бурное развитие эндоваскулярной и сосудистой хирургии, а также усовершенствование методов визуализации приводит к увеличению встречаемости и количеству операций на разных отделах аорты, в частности дуге аорты.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнение результатов разных видов дебрэншинга.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с 2015 года по 2023 год прооперированы 96 пациентов с патологией дуги аорты эндоваскулярным методом в нескольких медицинских организациях. Проведено мультицентровое ретроспективное сравнительное исследование среди пациентов с эндоваскулярным ( $n=76$ ) и открытым ( $n=20$ ) дебрэншингом при эндопротезировании грудной аорты (ЭПГА). Среднее время наблюдения пациентов составило  $32\pm 22$  месяца. В качестве дебрэншинга использовалось сонно-подключичное шунтирование, и фенестрированные стент-графты *on-table* и *in-situ*. В сравнительном анализе использовались следующие характеристики пациентов в группах: средний возраст, индекс массы тела, пол, сопутствующая патология. Также и операционные показатели: время операции, объём кровопотери, контраста, срочность операции, количество эндоликов. В последующем проанализированы результаты операций: количество проведённых койко-дней, осложнений, повторные вмешательства, показатели смертности (госпитальной, отдалённой).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Технический успех в обеих группах составил 100%. Время операции статистически значимо меньше в группе эндоваскулярного дебрэншинга  $173,3\pm 83,8$  минут ( $p=0,0002$ ), объём кровопотери статистически значимо ниже в группе эндоваскулярного дебрэншинга  $87,4\pm 48,7$  мл ( $p=0,0001$ ), расход контрастного вещества статистически значимо выше в группе эндоваскулярного дебрэншинга  $233,1\pm 93,38$  мл ( $p<0,0001$ ), в группе эндоваскулярного дебрэншинга статистически значимо больше плановых операций ( $p=0,0005$ ), количество эндоликов без статистически значимой разницы ( $p=0,67$ ). Эндоваскулярный дебрэншинг статистически значимо снижает время госпитализации на 4,5 суток  $p\leq 0,0001$ . В показателях осложнений и повторных вмешательств статистически значимой разницы не выявлено ( $p=0,3294$ ,  $p=0,1618$  соответственно). Статистически значимой разницы при анализе госпитальной и отдалённой смертности не выявлено ( $p=0,11$ ,  $p=0,65$ ).

## ВЫВОДЫ

Эндоваскулярный дебрэншинг сокращает время операции, объём кровопотери, количество проведённых дней в стационаре. Статистически значимых отличий между группами при анализе эндоликов, повторных вмешательств и осложнений нет. При анализе смертности (госпитальной, отдалённой) статистически значимой разницы не выявлено.

## Ключевые слова:

дуга аорты, эндопротезирование аорты, сонно-подключичное шунтирование, эндоваскулярный дебрэншинг, фенестрированный стент-графт

## Ссылка для цитирования

Хафизов Т.Н., Идрисов И.А., Катаев В.В., Чеботарь Е.В., Нагаев Р.Ю., Арипов М.А. и др. Сравнительный анализ эндоваскулярного и открытого дебрэншинга при эндопротезировании грудной аорты. Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь. 2025;14(2):319–327. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-2-319-327>

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки. Авторы выражают благодарность сотрудникам ГБУЗ РКЦ (Уфа), клиники ФГБУ ВО БГМУ (Уфа), ГБУЗ НО «НИИ-СККБ имени академика Б.А. Королёва» (Нижний Новгород), Центра Сердца УМС (Астана) за помощь в сборе и анализе данных

БЦС — брахиоцефальный ствол  
 ДИ — доверительный интервал  
 лОСА — левая общая сонная артерия  
 МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография

ПТФЭ — политетрафторэтилен  
 СПШ — сонно-подключичное шунтирование  
 ЭПГА — эндопротезирование грудной аорты  
 HR — *Hazar Raiting*

## ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие эндоваскулярной и сосудистой хирургии, а также усовершенствование методов визуализации, их повсеместное использование приводит к тому, что частота встречаемости патологии аорты за последние десятилетия неуклонно растёт и составляет около 5–10 случаев на 100 тысяч населения по данным различных источников [1–2].

Если в самом начале развития эндоваскулярной хирургии тема аорты не затрагивалась, а упоминались только единичные случаи *off-label* [3–4], то в настоящий момент эндоваскулярная хирургия всюду развивается в данном направлении.

Условно грудную аорту с хирургической точки зрения можно разделить на три части: восходящий отдел, в котором открытая хирургия бесспорно доминирует [5], нисходящий отдел, где золотым стандартом сейчас является эндоваскулярная хирургия [6], и дуга аорты, где однозначного ответа в настоящее время нет [7]. Проблемой открытых операций на дуге аорты является необходимость применения гипотермического циркуляторного ареста, что повышает риск развития таких интраоперационных осложнений как: острое нарушение мозгового кровообращения, спинальная ишемия, мальперфузия внутренних органов, а также летальность [8]. В эндоваскулярных же техниках стоит главный вопрос дебрэншинга и способов его выполнения. Дебрэншинг — это метод коррекции ветвей аорты, суть которого заключается в предварительном шунтировании/протезировании крупных ветвей аорты с целью их переключения и дальнейшей имплантации стент-графта в изменённый участок аорты (аневризмы, пенетрирующие язвы, разрывы, расслоения и т.д.). Дебрэншинг возможно выполнить как открытым, например, путём сонно-подключичного шунтирования (СПШ), так и эндоваскулярным методом — фенестрации, чимни-техники, имплантация браншированных стент-графтов [9].

**Целью** нашего исследования являлось сравнение результатов разных видов дебрэншинга — открытого, с использованием сонно-подключичного шунтирования и эндоваскулярного, при котором проводилось как однокомпонентное эндопротезирование ветви дуги аорты, так и двух- и трёхкомпонентное.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с 2015 года по 2023 год прооперированы 96 пациентов с патологией дуги аорты эндоваскулярным методом в следующих медицинских организациях: ГБУЗ Республиканский кардиологический центр (Уфа), Клиника Башкирского государственного медицинского университета (Уфа), ГБУЗ Нижегородской области «Научно-исследовательский институт — Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королёва» (Нижний Новгород), КФ УМС Центр Сердца, Республика Казахстан (Астана). Критерием включения в исследование являлись различные виды патологии дуги аорты: расслоения (ни А, ни В тип), аневризмы без распространения на ветви, пенетрирующие язвы, а

также разрывы дуги аорты. Проведено мультицентровое ретроспективное сравнительное исследование без отрыва от клинической практики среди пациентов с эндоваскулярным ( $n=76$ ) и открытым ( $n=20$ ) дебрэншингом при эндопротезировании грудной аорты (ЭПГА). Средний срок наблюдения пациентов составил  $32 \pm 22$  месяца.

Перед операцией всем пациентам проводили мультиспиральную компьютерную томографию аорты с контрастированием. Вмешательства проводили как в экстренном, отсроченном, так и плановом порядке. Ввиду различных причин пациентам было отказано в открытом оперативном вмешательстве и рекомендовано проведение ЭПГА. В качестве дебрэншинга использовали как открытый метод — СПШ, так и эндоваскулярный метод. В качестве эндоваскулярной методики дебрэншинга мы использовали: фенестрированные стент-графты (*on-table, in-situ*), эндопротезирование ветвей дуги аорты (одно, двух или трёхкомпонентное). Чимни-технику и браншированные стент-графты в данном исследовании не использовали. Критерием исключения из исследования были открытые операции на дуге аорты, невозможность дальнейшего наблюдения пациентов.

В сравнительном анализе использовали следующие характеристики пациентов в группах: средний возраст, индекс массы тела, пол, сопутствующая патология. Также и операционные показатели: время операции, объём кровопотери, контраста, срочность операции, количество эндоликов. В последующем проанализированы результаты операций: количество проведённых койко-дней, осложнений, повторные вмешательства, показатели летальности (госпитальной, отдалённой). Статистический анализ проводили с помощью системы R (<https://www.r-project.org/about.html>). Для оценки распределения количественных показателей проведён тест Шапиро–Уилка, рассчитан коэффициент асимметрии. Параметрические методы сравнения групп (дисперсионный анализ, критерий Стьюдента) применимы только к параметру «индекс массы тела», а для остальных количественных параметров использованы непараметрические статистические тесты (Краскела–Уоллиса, Манна–Уитни). Сравнение исходных характеристик пациентов между группами проведено с помощью статистического теста хи-квадрат Пирсона. Госпитальную и отдалённую летальность анализировали с помощью кривой выживаемости по Каплану–Майеру.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 1 отражены основные дооперационные показатели пациентов, включённых в анализ, и представлены результаты сравнения обеих групп, где мы можем увидеть отсутствие статистически значимых отличий, что говорит нам об их сопоставимости двух групп. Технический успех в обеих группах составил 100%.

Следующим этапом было сравнение показателей операции, таких как: время операции, объём кров-

потери, контраста, срочность операции, количество эндоликров. Из табл. 2 можно сделать следующие выводы:

1) длительность операции статистически оказалась значительно меньше в группе эндоваскулярного дебринга — 173,3±83,8 минуты против СПШ — 209,8±31,6 минуты,  $p=0,0002$ ;

2) объём кровопотери был статистически значительно ниже в группе эндоваскулярного дебринга — 87,4±48,7 мл против СПШ — 111,9±28,0 мл,  $p=0,0001$ ;

3) расход контрастного вещества был статистически значительно выше в группе эндоваскулярного дебринга — 233,1±93,38 мл против СПШ — 117,7±24,55 мл,  $p<0,0001$ ;

4) в группе эндоваскулярного дебринга проведено статистически значительно больше плановых операций, чем в группе СПШ,  $p=0,0005$ ;

5) при сравнении количества эндоликров в группе эндоваскулярного дебринга — 6, после СПШ — 1, статистически значимой разницы не выявлено,  $p=0,67$ .

В дальнейшем проанализированы показатели проведённых койко-дней, количество послеоперационных осложнений, повторных вмешательств (табл. 3). Анализ показал, что при сравнении проведённых койко-дней эндоваскулярный дебринг статистически значительно снижает время госпитализации на 4,5 дня,  $p=0,0001$ . В показателях осложнений и повтор-

Таблица 1

**Характеристика пациентов по двум группам**

Table 1

**Characteristics of patients in two groups**

Параметр	Эндоваскулярная процедура (n=70)	Открытая операция (n=26)	Статистические тесты
Возраст, лет			
Число наблюдений	70	26	Критерий Манна-Уитни $p=0,0677$
Среднее арифметическое	58,6	53,6	
Стандартное отклонение	12,85	13,41	
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>			
Число наблюдений	70	26	Критерий Стьюдента $p=0,4115$
Среднее арифметическое	29,10	28,31	
Стандартное отклонение	4,087	4,150	
Пол, n (%) [95% ДИ]			
Мужской	56 (80,0) [68,4; 88,3]	16 (61,5) [40,7; 79,1]	Критерий $\chi^2$ Пирсона $p=0,1116$
Женский	14 (20,0) [11,7; 31,6]	10 (38,5) [20,9; 59,3]	
Сопутствующие заболевания, n (%) [95% ДИ]			
Да	52 (74,3) [62,2; 83,7]	26 (100,0) [84,0; 100,0]	Критерий Фишера $p=0,0025$
Нет	18 (25,7) [16,3; 37,8]	0 (0,0) [0,0; 16,0]	

Примечание: ДИ — доверительный интервал

Note: ДИ — confidence interval

Таблица 2

**Параметры проведённой операции с разделением по типу вмешательства**

Table 2

**Parameters of the performed operation divided by type of intervention**

Параметр	Эндоваскулярная процедура (n=70)	Открытая операция (n=26)	Статистические тесты
Продолжительность операции, мин			
Число наблюдений	70	26	Критерий Манна-Уитни $p=0,0002$
Среднее арифметическое	173,3	209,8	
Стандартное отклонение	83,86	31,57	
Объём кровопотери, мл			
Число наблюдений	70	26	Критерий Манна-Уитни $p=0,0001$
Среднее арифметическое	87,4	111,9	
Стандартное отклонение	48,70	28,00	
Объём контраста, мл			
Число наблюдений	70	26	Критерий Манна-Уитни $p<0,0001$
Среднее арифметическое	233,1	117,7	
Стандартное отклонение	93,38	24,55	
Срочность операции, n (%)			
Экстренно	15 (21,4)	16 (61,5)	Критерий $\chi^2$ Пирсона $p=0,0005$
Планово	55 (78,6)	10 (38,5)	
Наличие эндоликров, n (%)			
Да	6 (8,6)	1 (3,8)	Критерий Фишера $p=0,6700$
Нет	64 (91,4)	25 (96,2)	

Таблица 3

## Результаты операции с разделением по типу вмешательства

Table 3

## Results of surgery divided by type of intervention

Параметр	Эндоваскулярная процедура (n=70)	Открытая операция (n=26)	Статистические тесты
Число койко-дней			
Число наблюдений	70	26	Критерий Манна–Уитни W=244,50 p=0,0001
Среднее арифметическое	8,9	13,4	
Стандартное отклонение	2,38	3,71	
Наличие осложнений, n (%)			
Да	8 (11,4)	5 (19,2)	Критерий Фишера p=0,3294
Нет	62 (88,6)	21 (80,8)	
Повторные вмешательства, n (%)			
Да	6 (8,6)	5 (19,2)	Критерий Фишера p=0,1618
Нет	64 (91,4)	21 (80,8)	

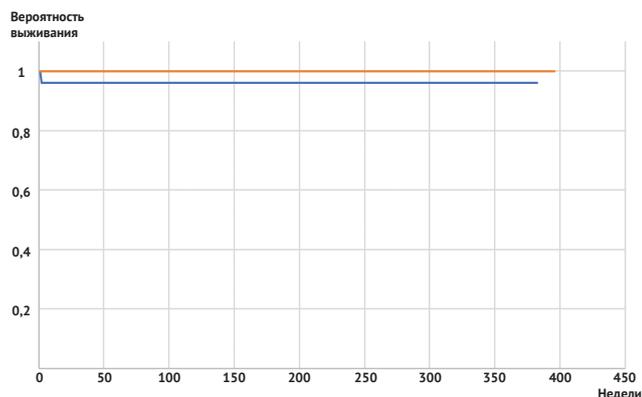


Рис. 1. График Каплана–Мейера по госпитальной летальности (p=0,11)

Fig. 1. Kaplan-Meier plot for in-hospital mortality (p=0,11)

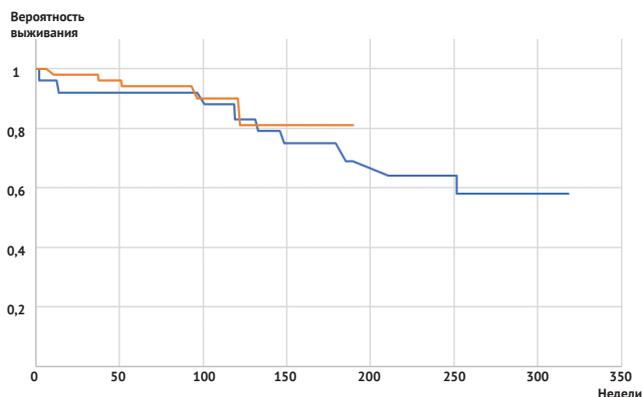


Рис. 2. График Каплана–Мейера по отдалённой летальности (p=0,65, HR=0,75)

Fig. 2. Kaplan-Meier plot for long-term mortality (p=0,65, HR =0,75)

ных вмешательств статистически значимой разницы не выявлено ( $p=0,3294$ ,  $p=0,1618$  соответственно).

Одним из главных показателей хирургических вмешательств является летальность (госпитальная, отдалённая). Нами был проведён анализ летальности с помощью кривой выживаемости по Каплану–Майеру, для госпитальной летальности анализ показал наличие единственного события в группе открытой операции. Ни в одной из групп не удалось достигнуть медианы дожития, статистически значимой разницы при анализе госпитальной летальности не выявлено ( $p=0,11$ ) (рис. 1). Аналогично при анализе отдалённой летальности не оценена медиана дожития ввиду малого числа событий, при этом *Hazard Rating* (HR)=0,75, что говорит о более низком риске отдалённой смерти в группе эндоваскулярной процедуры относительно группы открытой операции, однако на данный момент статистически значимой разницы между группами открытого дебринга и эндоваскулярных методик нет ( $p=0,65$ ) (рис. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве эндоваскулярного дебринга в настоящее время используются следующие методы: фенестрации, чимни-техника, браншированные стент-графты. Браншированные стент-графты (рис. 3) имеют высокую стоимость и их доступность ограничена, поэтому они не подходят для экстренной хирургии



Рис. 3. Браншированные стент-графты

Fig. 3. Branched stent grafts

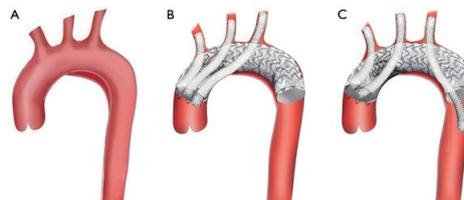


Рис. 4. Техника параллельных графтов

Fig. 4. Parallel graft technique

или неотложных случаев. Чимни-техника, или техника параллельных графтов (рис. 4), заключается в одновременной параллельной укладке основного тела протеза и протезов в ветви дуги аорты. Данная техни-

ка хорошо подходит для экстренных случаев, однако её минусом является высокий риск повторных вмешательств и эндоликов 1А типа [10]. С накоплением опыта эндопротезирования аорты возможно использование техники фенестрации: *on-table*, *in-situ*. Суть фенестраций *on-table* заключается в предварительном извлечении эндопротеза из системы доставки и удалении части политетрафторэтиленовой поверхности для обеспечения проходимости целевого сосуда (рис. 5). *In-situ* представляет собой формирование фенестрации непосредственно через целевой сосуд (рис. 6). Также необходимо отметить, что в некоторых случаях формирования отверстий недостаточно, что приводит к неадекватному кровообращению через ветви дуги аорты и интра- и послеоперационных осложнений. Одним из методов определения неадекватности кровообращения, помимо замедления продвижения контрастного вещества во время ангиографии, является использование интраоперационного ультразвука [11]. Если кровоток в ветвях дуги аорты недостаточен, необходимо обеспечить доступ к целевому сосуду и выполнить стентирование или эндопротезирование.

При анализе литературных источников отмечается большое количество исследований и сообщений из Китая. Так, ряд авторов провели анализ 101 пациента с патологией дуги аорты и использованием в качестве дебринга фенестрированные стент-графты. 30-дневная летальность от всех причин — 0%, инсульт, проблемный доступ и повреждение спинного мозга у 4, 3 и 2 пациентов соответственно. Эндоподтекания наблюдались у 38 пациентов, часть которых закрылись самостоятельно, либо наблюдались в течение исследования без значительного роста аневризмы, повторная операция понадобилась у 8 пациентов [12]. Ряд авторов проанализировали результаты СПШ перед ЭПГА и без ЭПГА. В исследовании достигнута 100% проходимость шунта за все время наблюдения (21±16 месяцев) [13].

В качестве клинического примера представляем случай тотального эндоваскулярного дебринга. Пациент Б., 55 лет, во время обследования выявлена хроническая расслаивающая аневризма грудной с распространением на дугу и брюшной отдел аорты (рис. 7). По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) — полностью подходит для эндопротезирования, в качестве дебринга решено использовать тотальный эндоваскулярный дебринг. Во время операции первым этапом был получен доступ к общей сонной артерии слева (ЛОСА) с установкой интродьюсера, установлен временный эндокардиальный электрод. Стент-графт частично извлечён из системы доставки, выполнена *on-table* фенестрация под устья брахиоцефального ствола (БЦС), ЛОСА, запаякован в доставку. В восходящий отдел аорты заведён эндопротез, на ортографии определено оптимальное место эндопротезирования, установлен стент-графт. Через доступ правой плечевой артерии через фенестрированный участок БЦС установлен периферический графт. Через доступ левой плечевой артерии проведена *in-situ* фенестрация левой подключичной артерии с последующей имплантацией графта. На контрольной МСКТ достигнут оптимальный результат (рис. 8). В дальнейшем пациент был под наблюдением, и его планировали на следующий этап — эндопротезирование нисходящей аорты. На контрольном осмотре представлены результаты МСКТ — отмечается тром-



Рис. 5. Фенестрации *on-table*  
Fig. 5. Fenestration on-table

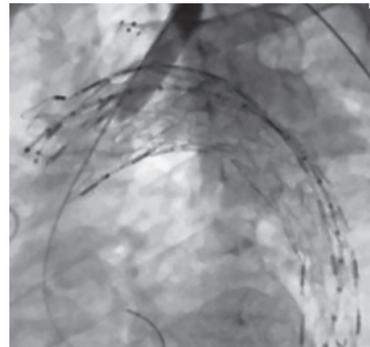


Рис. 6. Фенестрации *in-situ*  
Fig. 6. In-situ fenestrations

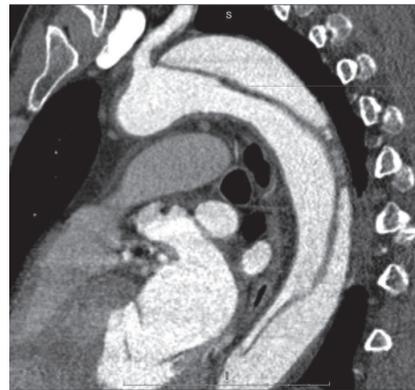


Рис. 7. Хроническая расслаивающая аневризма грудной части аорты с распространением на дугу и брюшной отдел  
Fig. 7. Chronic dissecting aneurysm of the thoracic aorta with extension to the arch and abdominal part

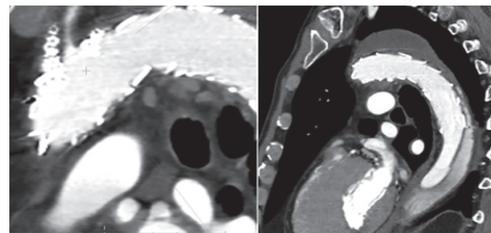


Рис. 8. Состояние после эндопротезирования  
Fig. 8. Condition after endoprosthetics

бирование ложного канала, необходимости во втором этапе эндопротезирования нет (рис. 9).

Несмотря на большое количество открытых разновидностей дебрэншинга, в нашем исследовании использовалось только СПШ. Суть данной операции заключается в формировании шунта из ОСА к подключичной артерии, при окклюзии последней. Если в первое время данный вид дебрэншинга был методом выбора, то с накоплением опыта его использовали в случаях невозможности проведения эндоваскулярного дебрэншинга. Один из клинических случаев — пациент Х., 33 года, в детском возрасте проведена резекция коарктации аорты, во взрослом возрасте во время обследования МСКТ обнаружена аневризма перешейка аорты с вовлечением устья левой подключичной артерии. Учитывая данную картину, эндоваскулярный дебрэншинг невозможен ввиду большого диаметра левой подключичной артерии (рис. 10). Поэтому первым этапом проведено СПШ, вторым этапом — эндопротезирование аорты.

### Выводы

1) Эндоваскулярный дебрэншинг сокращает длительность операции ( $p=0,0002$ ), объём кровопотери ( $p=0,0001$ ), количество проведённых дней в стационаре ( $p=0,0001$ ), однако увеличивает расход контрастного вещества ( $p<0,0001$ ).

2) Статистически значимых отличий между группами при анализе эндоликов, повторных вмешательств и осложнений не обнаружено.

3) При анализе летальности (госпитальной, отдалённой) статистически значимой разницы не выявлено ( $p=0,11$ ,  $p=0,65$ ), однако отмечается тенденция к более низкому риску отдалённой летальности в группе эндопротезирования грудной аорты ( $HR=0,75$ ).

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Knaut AL, Cleveland JC. Aortic emergencies. *Emerg Med Clin North Am.* 2003;21(4):817–845. PMID: 14708810 [https://doi.org/10.1016/s0753-8627\(03\)00063-4](https://doi.org/10.1016/s0753-8627(03)00063-4)
- Lomazzi C, Trimarchi S, Pyeritz RE, Bekerredjian R, Ehrlich MP, Braverman A, et al. Lesson learned from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *Italian Journal of Vascular and Endovascular Surgery.* 2020;27(1):15–25. <https://doi.org/10.23736/S1824-4777.20.01452-7>
- Володось Н.Л., Шеханин В.Е., Карпович И.П., Троян В.И., Гурьев Ю.А. Самофиксирующийся синтетический протез для эндопротезирования сосудов. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 1986;137(11):123–125.
- Kato N, Dake MD, Miller DC, Semba CP, Mitchell RS, Razavi MK, et al. Traumatic thoracic aortic aneurysm: treatment with endovascular stent-grafts. *Radiology.* 1997;205(3):657–662. PMID: 9393517 <https://doi.org/10.1148/radiology.205.3.9393517>
- Бокерия Л.А., Малашенков А.И., Русанов Н.И., Албаев Р.К., Мовсерян Р.А., Рычин С.В., и др. Результаты операций супракоронарного протезирования восходящей аорты. *Анналы хирургии.* 2009;(2):16–27.
- Pruitt EY, Scali ST, Arnaoutakis DJ, Back MR, Arnaoutakis GJ, Martin TD, et al. Complicated acute type B aortic dissection: update on management and results. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2020;61(6):697–707. PMID: 32964895 <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.20.11555-6>
- Moon MC, Morales JP, Greenberg RK. The aortic arch and ascending aorta: are they within the endovascular realm? *Semin Vasc Surg.* 2007;20(2):97–107. PMID: 17580247 <https://doi.org/10.1053/j.semvasc.surg.2007.04.007>



Рис. 9. Контрольная мультиспиральная компьютерная томография

Fig. 9. Repeated MSCT

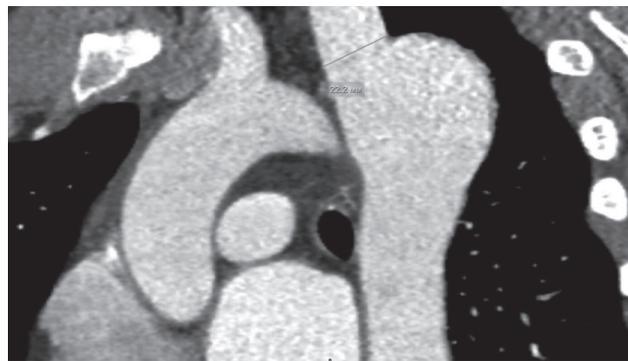


Рис. 10. Аневризма перешейка аорты с вовлечением устья левой подключичной артерии

Fig. 10. Aneurysm of the aortic isthmus involving the orifice of the left subclavian artery

- Шадапов А.А., Сирота Д.А., Ляшенко М.М., Чернявский А.М. Непосредственные и среднеотдаленные результаты гибридной реконструкции грудной аорты по методике «замороженный хобот слона»: одноцентровое ретроспективное исследование. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2021;25(3):61–70. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2021-3-61-70>
- Хафизов Т.Н., Идрисов И.А., Катаев В.В., Николаева И.Е., Имаев Т.Э., Абхаликова Е.Е., и др. Применение фенестрированных стент-графтов в лечении острого аортального синдрома. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2022;28(3):56–67. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2022-28-3-56-67>
- Ahmad W, Mylonas S, Majd P, Brunkwall JS. A current systematic evaluation and meta-analysis of chimney graft technology in aortic arch diseases. *J Vasc Surg.* 2017;66(5):1602–1610. e2. PMID: 28847663 <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.06.100>
- Имаев Т.Э., Саличкин Д.В., Комлев А.Е., Колегаев А.С., Кучин И.В., Лепилин П.М., и др. Эндоваскулярное протезирование дуги аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2021;27(3):34–45. <https://doi.org/10.33529/ANGIQ2021303>
- Okamoto T, Yokoi Y, Sato N, Suzuki S, Enomoto T, Onishi R, et al. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair using fenestrated stentgrafts in patients with thoracic aortic distal arch aneurysms. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2024;65(3):ezae062. PMID: 38439540 <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezae062>
- Stilo F, Catanese V, Montelione N, Nenna A, Pilato F, Gabellini T, et al. Subclavian artery revascularization with subclavian-carotid transposition for TEVAR and non-TEVAR patients. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2024;65(2):147–154. PMID: 37162237 <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.23.11473-X>

## REFERENCES

1. Knaut AL, Cleveland JC. Aortic emergencies. *Emerg Med Clin North Am*. 2003;21(4):817–845. PMID: 14708810 [https://doi.org/10.1016/s0733-8627\(03\)00063-4](https://doi.org/10.1016/s0733-8627(03)00063-4)
2. Lomazzi C, Trimarchi S, Pyeritz RE, Bekeredjian R, Ehrlich MP, Braverman A, et al. Lesson learned from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *Italian Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2020;27(1):15–25. <https://doi.org/10.23736/S1824-4777.20.01452-7>
3. Volodos' NL, Shekhanin VE, Karpovich IP, Troyan VI, Gur'ev YuA. Samofiksiruyushchiysya sinteticheskiy protez dlya endoprotezirovaniya sosudov. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 1986;137(11):123–125. (In Russ.)
4. Kato N, Dake MD, Miller DC, Semba CP, Mitchell RS, Razavi MK, et al. Traumatic thoracic aortic aneurysm: treatment with endovascular stent-grafts. *Radiology*. 1997;205(3):657–662. PMID: 9393517 <https://doi.org/10.1148/radiology.205.3.9393517>
5. Bokeriya LA, Malashenkov AI, Rusanov NI, Albaev RK, Movseryan RA, Rychin SV, et al. Results of supracoronary ascending aortic replacement. *Annals of Surgery*. 2009;2(2):16–27. (In Russ.)
6. Pruitt EY, Scali ST, Arnaoutakis DJ, Back MR, Arnaoutakis GJ, Martin TD, et al. Complicated acute type B aortic dissection: update on management and results. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2020;61(6):697–707. PMID: 32964895 <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.20.11555-6>
7. Moon MC, Morales JP, Greenberg RK. The aortic arch and ascending aorta: are they within the endovascular realm? *Semin Vasc Surg*. 2007;20(2):97–107. PMID: 17580247 <https://doi.org/10.1053/j.semvasc.surg.2007.04.007>
8. Shadanov AA, Sirota DA, Lyashenko MM, Chernyavskiy AM. Early and mid-term outcomes of thoracic aortic reconstruction using the frozen elephant trunk technique: a single-center retrospective study. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2021;25(3):61–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2021-3-61-70>
9. Khafizov TN, Idrisov IA, Kataev VV, Nikolaeva IE, Imaev TE, Abkhalikova EE, et al. Use of fenestrated stent grafts in treatment of acute aortic syndrome. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named Academician A.V. Pokrovsky*. 2022;28(3):56–67. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2022-28-3-56-67> (In Russ.)
10. Ahmad W, Mylonas S, Majd P, Brunkwall JS. A current systematic evaluation and meta-analysis of chimney graft technology in aortic arch diseases. *J Vasc Surg*. 2017;66(5):1602–1610. e2. PMID: 28847663 <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.06.100>
11. Imaev TE, Salichkin DV, Komlev AE, Kolegaev AS, Kuchin IV, Lepilin PM, et al. Endovascular repair of the aortic arch. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named Academician A.V. Pokrovsky*. 2021;27(3):34–45. (In Russ.) <https://doi.org/10.33529/ANGIQ2021303>
12. Okamoto T, Yokoi Y, Sato N, Suzuki S, Enomoto T, Onishi R, et al. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair using fenestrated stentgrafts in patients with thoracic aortic distal arch aneurysms. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2024;65(3):e2ae062. PMID: 38439540 <https://doi.org/10.1093/ejcts/e2ae062>
13. Stilo F, Catanese V, Montelione N, Nenna A, Pilato F, Gabellini T, et al. Subclavian artery revascularization with subclavian-carotid transposition for TEVAR and non-TEVAR patients. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2024;65(2):147–154. PMID: 37162237 <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.23.11473-X>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

## Хафизов Тимур Назирович

доцент, кандидат медицинских наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2 ГБУЗ РКЦ, доцент кафедры рентгеноэндovasкулярных диагностики и лечения ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ МЗ РФ;

<https://orcid.org/0000-0002-3293-4452>, [khaftim@gmail.com](mailto:khaftim@gmail.com);

14%: разработка концепции, проведение и проверка результатов исследования, предоставление пациентов, проверка и редактирование текста, управление проектом

## Идрисов Ильяс Альбертович

врач по рентгеноэндovasкулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2 ГБУЗ РКЦ;

<https://orcid.org/0000-0003-4787-3581>, [idorisov.i.a@gmail.com](mailto:idorisov.i.a@gmail.com);

13%: разработка методологии проведения исследования, проведение исследования, работа с полученными данными

## Катаев Валентин Валерьевич

врач по рентгеноэндovasкулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2 ГБУЗ РКЦ;

<https://orcid.org/0000-0002-5005-2154>, [valentin.kataev@inbox.ru](mailto:valentin.kataev@inbox.ru);

12%: разработка методологии исследования, работа с базой данных, статистический анализ данных, подготовка текста

## Чеботарь Евгений Викторович

доктор медицинских наук, главный внештатный рентгенохирург МЗ НО, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ НО «НИИ-СККБ им. акад. Б.А. Королёва»;

<https://orcid.org/0000-0001-9778-016X>, [chebnn@mail.ru](mailto:chebnn@mail.ru);

12%: разработка концепции, проведение и проверка результатов исследования, предоставление пациентов, оценка и редактирование текста, управление проектом

## Нагаев Роман Юрьевич

врач по рентгеноэндovasкулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ НО «НИИ-СККБ им. акад. Б.А. Королёва»;

<https://orcid.org/0009-0009-4813-4589>, [nagaev-r@mail.ru](mailto:nagaev-r@mail.ru);

11%: разработка методологии проведения исследования, проведение исследования, работа с полученными данными

## Арипов Марат Асанович

доктор медицинских наук, директор клинко-академического департамента интервенционной кардиологии и аритмологии КФ Центр Сердца УМС;

<https://orcid.org/0000-0003-2413-5818>, [dr.ariпов@gmail.ru](mailto:dr.ariпов@gmail.ru);

10%: разработка концепции, проведение и проверка результатов исследования, предоставление пациентов, оценка и редактирование текста, управление проектом

## Гончаров Алексей Юрьевич

кандидат медицинских наук, заведующий отделением интервенционной кардиологии КФ Центр Сердца УМС;

<https://orcid.org/0000-0002-0998-1461>, [goncharov\\_ay@mail.ru](mailto:goncharov_ay@mail.ru);

10%: разработка методологии исследования, работа с базой данных, статистический анализ данных, подготовка текста

- Благодаров Сергей Игоревич** заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения клиники ФГБОУ ВО БГМУ МЗ РФ; ассистент кафедры госпитальной и сердечно-сосудистой хирургии ФГБОУ ВО БГМУ МЗ РФ;  
<https://orcid.org/0009-0002-3683-4464>, [blagodarovsi.x-ray@mail.ru](mailto:blagodarovsi.x-ray@mail.ru);  
 9%: разработка концепции, проведение исследования, предоставление пациентов, оценка и редактирование текста
- Гилемханов Альберт Радикович** врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения клиники ФГБОУ ВО БГМУ МЗ РФ; ассистент кафедры госпитальной и сердечно-сосудистой хирургии ФГБОУ ВО БГМУ МЗ РФ;  
<https://orcid.org/0000-0002-9362-8694>, [albert-fx30d@mail.ru](mailto:albert-fx30d@mail.ru);  
 9%: разработка методологии исследования, работа с базой данных, подготовка текста

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## Comparative Analysis of Endovascular and Open Debranching in Thoracic Aortic Arthroplasty

T.N. Khafizov<sup>1,2</sup>, I.A. Idrisov<sup>1</sup>, V.V. Kataev<sup>1</sup> ✉, E.V. Chebotar<sup>3</sup>, R.Y. Nagaev<sup>3</sup>, M.A. Aripov<sup>4</sup>, A.Yu. Goncharov<sup>4</sup>, S.I. Blagodarov<sup>2</sup>, A.R. Gilemkanov<sup>2</sup>

Department of X-ray surgical diagnostic and treatment methods No. 2

<sup>1</sup> Republican Cardiology Center

Stepana Kuvykina Str. 96, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation 450106

<sup>2</sup> Bashkir State Medical University

Lenina Str. 3, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation 450008

<sup>3</sup> Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B.A. Korolev

Vaneyeva Str., 209, Nizhny Novgorod, Russian Federation 603950

<sup>4</sup> UMC Heart Center

Turan Ave. 38, Astana, Republic of Kazakhstan 010000

✉ **Contacts:** Valentin V. Kataev, Physician for X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Department of X-ray Surgical Diagnostics and Treatment Methods No. 2, Republican Cardiology Center. Email: [valentin.kataev@inbox.ru](mailto:valentin.kataev@inbox.ru)

**INTRODUCTION** The rapid development of endovascular surgery, vascular surgery, as well as the improvement of visualization methods leads to an increase in the incidence and number of operations on different parts of the aorta, in particular the aortic arch.

**THE AIM** of our study was to compare the results of different types of debranching.

**MATERIAL AND METHODS** In the period from 2015 to 2023, 96 patients with aortic arch lesion were operated on using the endovascular method in several medical organizations. A multicenter retrospective comparative study was conducted among patients with endovascular (n=76) and open (n=20) debranching during thoracic aortic endoprosthesis (TAE). The average follow-up time for patients was 32±22 months. Carotid-subclavian bypass and fenestrated on-table and in-situ stent grafts were used for debranching. The following patient characteristics were used in the comparative analysis in the groups: mean age, body mass index, gender, comorbidity. Also, operational parameters: surgery time, blood loss volume, contrast, surgery urgency, number of endoleaks. Subsequently, the results of the operations were analyzed: the number of hospital days, complications, repeated interventions, mortality rates (in-hospital, long-term).

**RESULTS** Technical success in both groups was 100%. The operation time was statistically significantly shorter in the endovascular debranching group 173.3±83.8 minutes (p=0.0002), the volume of blood loss was statistically significantly lower in the endovascular debranching group 87.4±48.7 ml (p=0.0001), the consumption of contrast agent was statistically significantly higher in the endovascular debranching group 233.1±93.38 ml (p<0.0001), the endovascular debranching group had significantly more planned surgeries (p=0.0005), the number of endoleaks without statistically significant difference (p=0.67). Endovascular debranching statistically significantly reduces the time of hospitalization by 4.5 days p< 0.0001. There was no statistically significant difference in the rates of complications and re-interventions (p=0.3294, p=0.1618, respectively). There was no statistically significant difference in the analysis of hospital and long-term mortality (p=0.11, p=0.65).

**CONCLUSION** Endovascular debranching reduces the time of surgery, the volume of blood loss, and the number of days spent in hospital. There are no statistically significant differences between the groups when analyzing endoleaks, repeated interventions, and complications. No statistically significant difference was found when analyzing mortality (in-hospital, long-term).

**Keywords:** aortic arch, aortic arthroplasty, carotid-subclavian bypass, endovascular debranching, fenestrated stent graft

**For citation** Khafizov TN, Idrisov IA, Kataev VV, Chebotar EV, Nagaev RY, Aripov MA, et al. Comparative Analysis of Endovascular and Open Debranching in Thoracic Aortic Arthroplasty. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care.* 2025;14(2):319–327. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2025-14-2-319-327> (in Russ.)

**Conflict of interest** Authors declare lack of the conflicts of interests

**Acknowledgments, sponsorship** The study had no sponsorship. The authors express their gratitude to the staff of the Republican Cardiology Center (Ufa), the clinic of the Bashkir State Medical University (Ufa), the Research Institute – Academician B.A. Korolev Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital (Nizhny Novgorod), UMC (Astana) for assistance in collection and analyzing of data

### Affiliations

- Timur N. Khafizov Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment No. 2, Republican Cardiology Center, Associate Professor, Department of X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment Bashkir State Medical University;  
<https://orcid.org/0000-0002-3293-4452>, [khaftim@gmail.com](mailto:khaftim@gmail.com);  
 14%, concept development, implementation and verification of study results, provision of patients, proofreading and editing of text, project management
- Ilyas A. Idrisov Physician for X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Department of X-ray Surgical Diagnostics and Treatment Methods No. 2, Republican Cardiology Center;  
<https://orcid.org/0000-0003-4787-3581>, [idorisov.i.a@gmail.com](mailto:idorisov.i.a@gmail.com);  
 13%, development of research methodology, conducting research, working with the obtained data

Valentin V. Kataev	Physician for X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Department of X-ray Surgical Diagnostics and Treatment Methods No. 2, Republican Cardiology Center; <a href="https://orcid.org/0000-0002-5005-2154">https://orcid.org/0000-0002-5005-2154</a> , <a href="mailto:valentin.kataev@inbox.ru">valentin.kataev@inbox.ru</a> ; 12%, development of research methodology, working with a database, statistical analysis of data, preparation of text
Evgeniy V. Chebotar	Doctor of Medical Sciences, Chief X-ray Surgeon of the Nizhny Novgorod Ministry of Health, Head of the Department of X-ray Surgical Diagnostic and Treatment Methods; Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B.A. Korolev; <a href="https://orcid.org/0000-0001-9778-016X">https://orcid.org/0000-0001-9778-016X</a> , <a href="mailto:chebnn@mail.ru">chebnn@mail.ru</a> ; 12%, concept development, implementation and verification of study results, provision of patients, evaluation and editing of text, project management
Roman Yu. Nagaev	Physician for X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Department of X-ray Surgical Diagnostics and Treatment Methods, Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B.A. Korolev; <a href="https://orcid.org/0009-0009-4813-4589">https://orcid.org/0009-0009-4813-4589</a> , <a href="mailto:nagaev-r@mail.ru">nagaev-r@mail.ru</a> ; 11%, development of research methodology, conducting research, working with the obtained data
Marat A. Aripov	Doctor of Medical Sciences, Director of the Clinical and Academic Department of Interventional Cardiology and Arrhythmology, UMC Heart Center; <a href="https://orcid.org/0000-0003-2413-5818">https://orcid.org/0000-0003-2413-5818</a> , <a href="mailto:dr.aripov@gmail.ru">dr.aripov@gmail.ru</a> ; 10%, concept development, implementation and verification of study results, provision of patients, evaluation and editing of text, project management
Aleksey Yu. Goncharov	Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Interventional Cardiology, UMC Heart Center; <a href="https://orcid.org/0000-0002-0998-1461">https://orcid.org/0000-0002-0998-1461</a> , <a href="mailto:goncharov_ay@mail.ru">goncharov_ay@mail.ru</a> ; 10%, development of research methodology, working with a database, statistical data analysis, text preparation
Sergey I. Blagodarov	Head of the Department of X-ray Surgical Diagnostic and Treatment Methods, Clinic of the Bashkir State Medical University; Assistant of the Department of Hospital and Cardiovascular Surgery, Bashkir State Medical University; <a href="https://orcid.org/0009-0002-3683-4464">https://orcid.org/0009-0002-3683-4464</a> , <a href="mailto:bladeodarovsi.x-ray@mail.ru">bladeodarovsi.x-ray@mail.ru</a> ; 9%, concept development, research implementation, patient provision, review and editing of text
Albert R. Gilemkanov	Physician in X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment, Department of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Treatment, Clinic of Bashkir State Medical University; Assistant of the Department of Hospital and Cardiovascular Surgery, Bashkir State Medical University; <a href="https://orcid.org/0000-0002-9362-8694">https://orcid.org/0000-0002-9362-8694</a> , <a href="mailto:albert-fx30d@mail.ru">albert-fx30d@mail.ru</a> ; 9%, development of research methodology, working with a database, preparing text

Received on 14.06.2024

Review completed on 06.05.2024

Accepted on 24.03.2025

Поступила в редакцию 14.06.2024

Рецензирование завершено 06.05.2024

Принята к печати 24.03.2025