

УДК 616.132.14-007.64+616.132.1/-089.843

DOI: <http://doi.org/10.31928/2305-3127-2023.1-2.7787>

**О.В. Зеленчук^{1, 2}, А.В. Хохлов^{1, 2}, А.Ю. Шкандала^{1, 2}, К.С. Бойко^{1, 2},
О.Ю. Поліщук¹, З.В. Пресс¹, Б.М. Тодуров^{1, 2}**

¹ ДУ «Інститут серця МОЗ України», Київ

² Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Київ

Гібридна хірургія при аневризмі дуги та низхідного відділу аорти. Право-ліве підключичне алошунтування як варіант субтотального дебранчингу

У статті представлено досвід нашої команди застосування різних хірургічних методик лікування патології аорти. Хірургічна патологія грудної аорти, а саме аневризми та дисекції, залишається дискусійним серед серцевої команди. Останніми роками ендovasкулярне протезування аорти (Thoracic Endovascular Aortic Repair, TEVAR) зарекомендувало себе як варіант лікування багатьох захворювань аорти з летальністю до 7,5 %. За останніми клінічними рекомендаціями, TEVAR стало методом вибору в лікуванні гострих розшарувань аорти, показуючи кращі результати порівняно з медикаментозною терапією та відкритою операцією. Проте ендovasкулярний підхід потребує певних анатомічних особливостей, що дає змогу коректно розміщувати стент-графт, що не завжди видається можливим. Так, у разі залучення брахіоцефальних артерій до патологічного процесу потрібно пацієнта переводити на штучний кровообіг із застосуванням додаткових методів для захисту головного мозку, таких як церебральна перфузія та гіпотермія. Усі ці фактори підвищують ризик інтра- та післяопераційних ускладнень, а також ранньої смертності. Описані різні методи відкритих оперативних втручань із заміни всієї або більшої частини грудної аорти, що представляють радикальний підхід та потребують високого рівня професійних навичок хірурга і досвіду роботи зі штучним кровообігом.

Ключові слова: аневризма, дисекція, ендovasкулярне протезування, гібридна хірургія, дебранчинг.

Хірургічні втручання при торакоабдомінальних аневризмах і розшаруваннях аорти – це одна з найскладніших галузей у сучасній хірургії. Відкрита хірургія при багатьох анатомічних варіаціях залишається «золотим стандартом» лікування в пацієнтів з патологією аорти. Водночас серйозні клінічні ускладнення (паралегія, гостре порушення мозкового кровообігу тощо) нерідко виникають навіть за технічно успішно виконаних відкритих втручань. Ендопротезування грудного відділу аорти зарекомендувало себе як надійна альтернатива під час лікування пацієнтів з аневризмами без залучення зони відходження брахіо-

цефальних та вісцеральних гілок. Мала травматичність у поєднанні зі статистично меншою кількістю періопераційних ускладнень порівняно з відкритою хірургією дає змогу позиціонувати ендопротезування аорти як методику вибору за певної локалізації аневризми [18, 36, 50].

Водночас існує досить велика група пацієнтів, в яких ендопротезування аорти не може бути виконане через невідповідну анатомію, а радикальний хірургічний підхід пов'язаний з високим ризиком госпітальних і періопераційних ускладнень. Завдяки комбінуванню хірургічної та ендovasкулярної техніки в наш час з'явилася можли-

ТЕХНОЛОГІЇ
ДІАГНОСТИКИ
ТА ЛІКУВАННЯ

Зеленчук Олег Валерійович, к. мед. н., доцент, доцент кафедри кардіохірургії, рентгенендоваскулярних та екстракорпоральних технологій НУОЗ України імені П.Л. Шупика, серцево-судинний хірург ДУ «Інститут серця МОЗ України» E-mail: oleg.zelenchuk@gmail.com

Стаття надійшла до редакції 25 лютого 2023 року

вість проведення поєднаних/гібридних операцій у таких пацієнтів, що дає змогу досягти бажаної реконструкції аорти та її гілок із найменшим ризиком ускладнень. На сьогодні це є найсучасніший та найменш травматичний метод корекції, за якого виконують втручання в операційній у вигляді часткового або повного дебранчингу (попереднє протезування великих гілок аорти з метою їхнього перемикання), а потім як наступний крок в ангіоопераційній ендovasкулярним методом встановлюють у потрібному місці та положенні стент-графт.

Але різні нерозв'язані питання використання гібридного підходу під час лікування хворих з аневризмами та розшаруваннями аорти потребують і надалі всебічно вивчати і шукати оптимальні рішення.

У цій статті представлено результати гібридних операцій при аневризмах і розшаруваннях дуги та низхідної аорти протягом 10 років у ДУ «Інститут серця МОЗ України» й демонстрацію випадку гібридної операції з приводу аневризми дуги і низхідного відділу аорти, а саме ендovasкулярного втручання та субтотального дебранчингу у вигляді право-лівого підключично-підключичного алошунтування.

Мета роботи – демонстрація власного досвіду, клінічного випадку і дослідження результатів гібридного лікування патології дуги та низхідної аорти.

Клінічний досвід виконання гібридних операцій у пацієнтів з аневризмою дуги та низхідного відділу аорти

За період з 2012 до 2022 р. у ДУ «Інститут серця МОЗ України» було виконано 51 гібридну операцію з приводу аневризми і дисекції дуги й низхідної аорти: транслокація плечоголовних судин дуги аорти (debranching) та подальше ендопротезування стент-графтом (TEVAR). Розподіл операцій за роками представлено на *рис. 1*.

Вік хворих становив 33–72 років. У групі переважали чоловіки – 38 (64 %). З невеликою перевагою були хворі з розшаруванням аорти – 29 (56,9 %). У 22 (43,1 %) пацієнтів була аневризма аорти без дисекції. Усім пацієнтам першим етапом виконували транспозицію брахіоцефальних артерій, а другим – виконували ендопротезування. Майже всім пацієнтам (n = 45) провели гібридне втручання протягом одного дня, тільки 6 хворим було зроблено два етапи протягом декількох днів.

Транслокація плечоголовних судин (дебранчинг) поділяється залежно від кількості переключених судин дуги аорти: частковий дебранчинг – відсічення та транслокація однієї судини, субтотальний – реімплантація двох судин та тотальний дебранчинг – транспозиція всіх трьох судин дуги у висхідну аорту. У *табл. 1* представлена структура виконаних операцій.

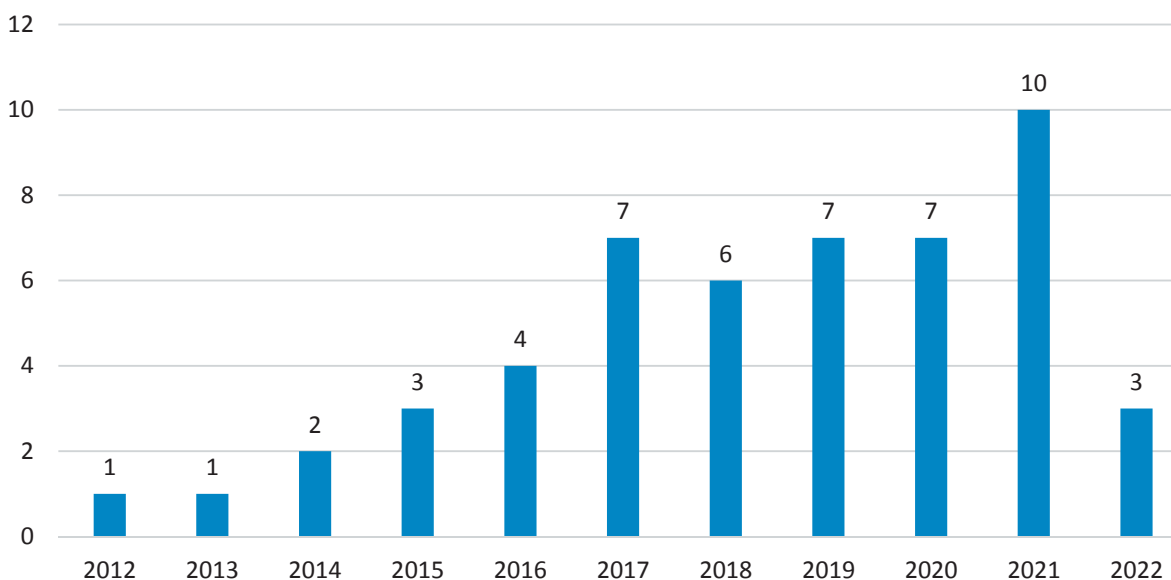


Рис. 1. Розподіл кількості гібридних операцій у пацієнтів з аневризмою і дисекцією дуги й низхідного відділу аорти за роками (n = 51)

Таблиця 1

Види перемикання судин дуги аорти

Вид перемикання судин дуги аорти	Кількість пацієнтів	%
Тотальний дебранчинг	9	17,6
Субтотальний дебранчинг	14	27,5
Частковий дебранчинг	28	54,9
Загалом	51	100

Таблиця 2

Госпітальна летальність залежно від виконаної операції в пацієнтів з аневризмою і дисекцією дуги й низхідного відділу аорти

Госпітальна летальність	Кількість	%
Тотальний дебранчинг	1	2
Субтотальний дебранчинг	0	0
Частковий дебранчинг	1	2
Загальна госпітальна летальність	3	3,9

Серед усіх виконаних оперативних втручань безпосередньо в операційній у двох випадках було ускладнення у вигляді дисекції здухвинної артерії. В одного пацієнта було імплантовано стент-графт, а в другого було проведено аорто-стегове протезування. В ранньому післяопераційному періоді у двох (3,9 %) хворих була транзиторна ішемічна атака (ТІА). В одного пацієнта була дислокація ендопротеза, що було виправлено методом «димохід», в другого – ТІА зникла без додаткових дій. Госпітальна летальність (табл. 2) становила 3,9 % (2 хворих). Один хворий помер від гострого порушення мозкового кровообігу (тотальний дебранчинг), інший – від поліорганної недостатності, внаслідок мальперфузії вісцеральних органів (частковий дебранчинг).

Контроль проводили через 3 міс (УЗД або мультиспіральна комп'ютерна томографія [МСКТ]) та 6 міс (МСКТ). Смертність протягом 6 місяців становила 5,9 % (3 пацієнти): у двох хворих відбулося подальше розшарування (легенева кровотеча та ретроградне розшарування з тампонадою серця), один помер від вірусної пневмонії. Одному пацієнту через 9 місяців було виконано супракоронарне протезування висхідної аорти через ретроградне розшарування.

Клінічний випадок

До Інституту серця МОЗ України звернувся пацієнт К. у зв'язку з нещодавно виявленим на

профілактичному огляді розширенням низхідного відділу аорти. Попередній діагноз: Аневризма низхідного відділу аорти.

Ехокардіографічне дослідження: розміри аорти – фіброзне кільце 2,1 см, корінь 3,2 см, висхідний відділ до 3,0 см, дуга 2,6 см, у візуалізованій частині низхідний відділ до 4,2 см у діаметрі. Ртах у низхідному відділі аорти 4 мм рт. ст. Аортальний клапан тристулковий, Rmax = 8 мм рт. ст., на мітральному клапані відзначається мінімальний пролапс обох стулок, регургітації немає. Тристулковий та легеневий клапани не змінені, регургітації немає. Показники лівого шлуночка: кінцевосистолічний об'єм – 37 мл, кінцеводіастолічний об'єм – 106 мл, фракція викиду – 65 %, товщина міжшлуночкової перегородки – 0,8 см, задня стінка – 0,8 см, систолічний тиск у легеневій артерії – 19 мм рт. ст. Діаметр лівого передсердя – 3,2 см.

Під час МСКТ голови виявлено, що права загальна сонна артерія має типовий хід та положення, 6,5 мм у діаметрі, ліва загальна сонна артерія оклюзована на всій протяжності від гирла до рівня біфуркації. Діаметр правої внутрішньої сонної артерії – до 5,1 мм, лівої – до 3,0 мм. Хребцеві артерії не змінені.

На МСКТ аорти виявлено в А-сегменті дуги аневризму низхідного відділу, розміром 83,5 мм × 52,5 мм × 51,7 мм, стінки нерівномірно потовщені внаслідок атеросклеротичних бляшок товщиною 4,5 мм, постановевризматичний розмір аорти до 17,4 мм, діаметр на рівні діафрагми до 18,1 мм.

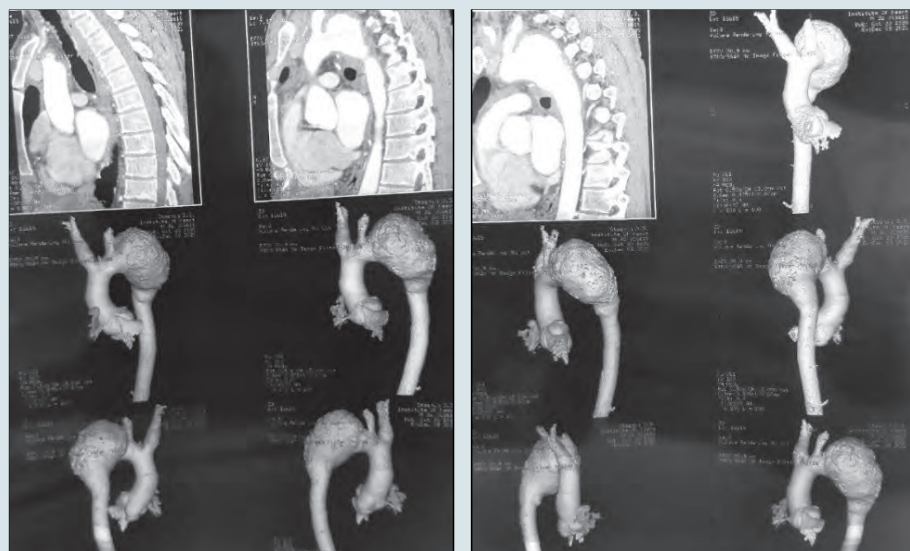


Рис. 2. МСКТ аорти з контрастом

На КТ-ангіографії судин головного мозку даних про наявність патологічних змін в артеріях під час дослідження не виявлено. КТ-картина асиметрії інтракраніальних відділів хребтових артерій.

Дуплексне обстеження брахіоцефальних судин виявило оклюзію лівої загальної сонної артерії, можливий тромбоз. Швидкісні параметри кровоплину в загальній сонній, внутрішній сонній та зовнішній сонних артеріях справа підвищені, зліва не візуалізуються. Права хребтова

артерія малого діаметра, швидкісні параметри підвищені.

Під час транскраніального дуплексного сканування відзначають, що кровоплин у парних артеріях головного мозку симетричний, у лівій середньомозковій артерії колатерального типу, компенсований.

МСКТ аорти з контрастом виявила мішкоподібну аневризму низхідного відділу (рис. 2), веретеноподібні аневризматичні деформації провівів гирл плечоголовного стовбура та лівої

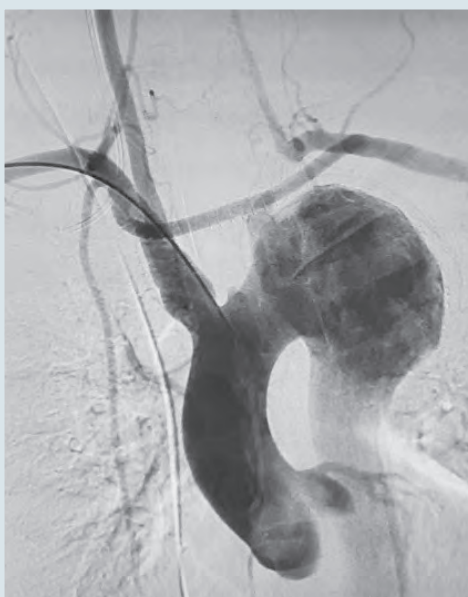


Рис. 3. Ангіографія підключично-підключичного шунта

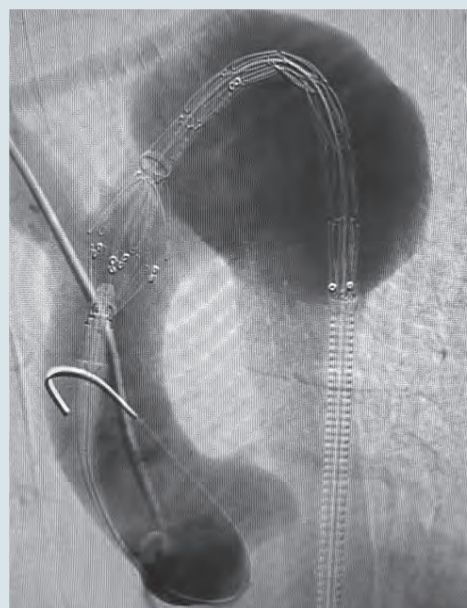


Рис. 4. Аортографія до розкриття стент-графта

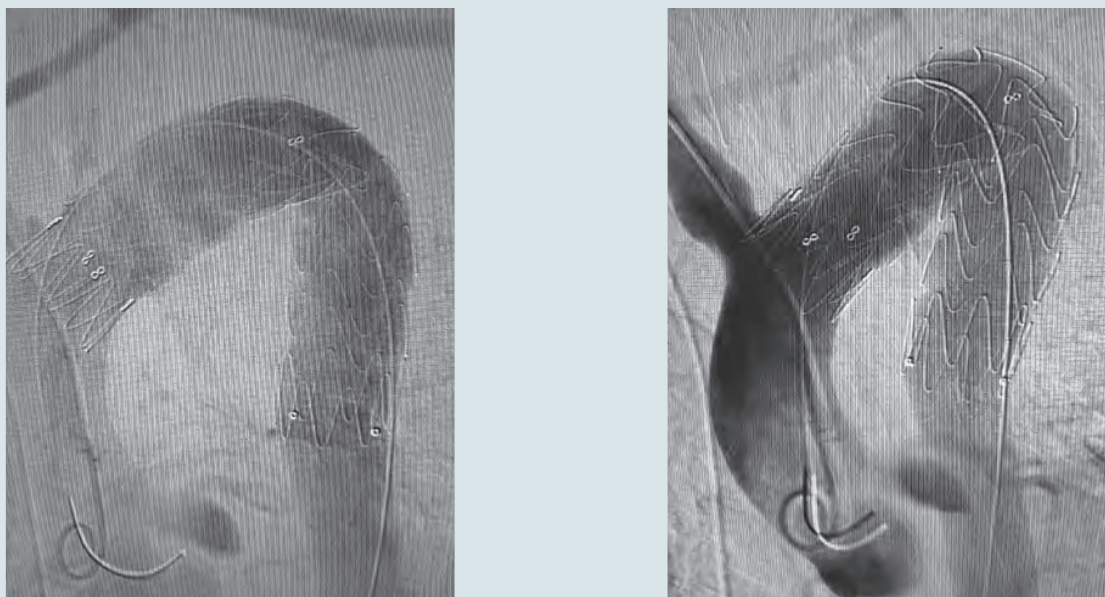


Рис. 5. Аортографія, візуалізується встановлений стент-графт у дузі та низхідній аорті

підключичної артерії. Оклюзія проксимального сегмента лівої ЗСА.

З огляду на отримані дані було прийнято рішення виконати гібридну операцію в обсязі субтотального дебранчингу у вигляді право-лівого підключично-підключичного шунтування та надалі імплантацією стент-графта.

Згідно з планом операції було виконано надключичний доступ справа і виділено праву під-

ключичну артерію (ППА). Судину взято на тримачі та перетиснено в дистальному і проксимальному кінцях. Надключичним доступом зліва пошарово виділено ліву підключичну артерію (ЛПА), її взято на тримачі й перетиснено з двох боків. Виконано поздовжній розріз ЛПА, після чого сформовано дистальну частину анастомозу між судинним протезом № 5 та ЛПА за типом кінець у бік. Проксимальний кінець ЛПА перев'язано. Судинний протез проведено під м'язами в напрямку ППА. Виконано поздовжній розріз ППА та сформовано анастомоз за типом кінець у бік із судинним протезом. Знято затискачі з артерій, виконано ревізію анастомозів, встановлено дренажі, рани пошарово ушиті, накладено асептичну пов'язку. Ангіографія підключично-підключичного шунта представлена на *рис. 3*.

Наступним кроком було виконано стеговий доступ справа в ангіоопераційній. Візуалізовано праву стегову артерію. Виконано пункцію судини, проведено провідник, доведено до рівня С2 дуги аорти транспортну систему (*рис. 4*).

Розкрито стент-графт, перевірено коректність і правильність його положення (*рис. 5*). Пристрій, що доставляє, виведено, виконано гемостаз. Рана пошарово ушита. Накладено асептичну пов'язку.

До наступної доби за пацієнтом спостерігали у відділенні інтенсивної терапії, після чого його було переведено в палату. Ранній і пізній післяопераційний періоди були без ускладнень, після чого пацієнта на 7-му добу було виписано додо-

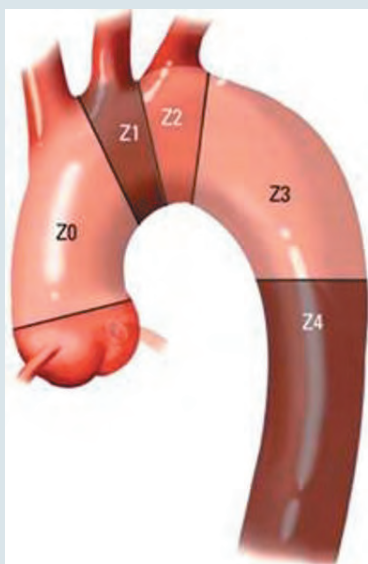


Рис. 6. Схема поділу дуги та низхідної аорти на зони фіксації ендографта

му та призначено спостереження в кардіолога за місцем проживання.

Обговорення

Альтернативним методом лікування пацієнтів, особливо осіб з наявністю тяжких супутніх захворювань та високим хірургічним ризиком, є гібридна й ендоваскулярна хірургія. Ізольована патологія низхідної грудної аорти в наш час лікується безпечно й ефективно за допомогою ендоваскулярного протезування аорти (Thoracic Endovascular Aortic Repair, TEVAR) [1, 2]. Суть методу полягає у внутрішньопросвітній ізоляції аневризми або в закритті проксимальної фенестри помилкового просвіту розшаровуючої аневризми аорти, що потребує наявності незміненої зони фіксації (посадки) стент-графта або так званої «шийки» [1]. Останніми роками TEVAR зарекомендувало себе як варіант лікування багатьох захворювань аорти з летальністю до 7,5 %. Згідно з останніми клінічними рекомендаціями TEVAR стало методом вибору в лікуванні гострого розшарування аорти, показуючи кращі результати порівняно з медикаментозною терапією та відкритою операцією. За даними низки досліджень, ранні й пізні результати TEVAR асоціюються з кращим виживанням у випадках інтактних аневризми та їхніх розривах, зниженням ішемічного ушкодження спинного мозку та легеневих ускладнень [1–4, 6, 15, 20]. У пацієнтів з гострими і хронічними розшаруваннями TEVAR може бути виконаний з добрими результатами, проте у віддаленому періоді у 15 і 45 % пацієнтів потрібно виконувати повторне втручання протягом 2 та 5 років відповідно [57, 60].

Випадки поширення аневризми низхідної аорти на її проксимальні відділи із залученням до патологічного процесу дуги та брахіоцефальних артерій вважають складнішими для лікування. Ендоваскулярне ендопротезування дуги аорти потребує перемикання брахіоцефальних артерій відкритим «гібридним» або ендоваскулярним методом для подовження наявної або створення нової зони посадки стент-графта. Такий підхід не потребує зупинки кровообігу чи гіпотермії [1].

Концепція гібридних операцій при аневризмах дуги аорти будується на двох основних засадах: виконання адекватного дебранчингу брахіоцефальних артерій; створення оптимальних зон для проксимальної і дистальної фіксації стент-графта [2]. Перед плануванням втручання треба виконати 3D-МСКТ аорти і брахіоцефальних артерій з контрастуванням для точного розуміння анатомії аневризми й вимірювання всіх необхідних показників (зокрема розрахунку пра-

вильних зон фіксації графта). Протяжність проксимальної зони фіксації має бути не менш ніж 2 см від краю аневризми, і лише в цьому випадку ендопротезування дуги аорти вважають виправданим. У решті випадків рекомендовано виконувати відкриту операцію [9, 14, 24, 26, 29, 34, 36, 40, 41, 48, 51, 53, 58].

Для планування різних видів ендопротезувань при розшаруванні аорти була розроблена спеціальна анатомічна класифікація, на підставі якої дуга аорти, а також її висхідний та низхідний відділи поділяють на зони, в межах яких фіксується стент-графт (рис. 6) [9].

Ця класифікація останнім часом значно поширилася у всьому світі й активно використовується під час планування гібридних втручань. Більшість хірургів у наш час виділяють три типи гібридних операцій при аневризмах дуги аорти, залежно від її анатомії та стану зон фіксації графта за класифікацією Mitchell – Ishimaru. У випадку класичної ізольованої аневризми дуги аорти стан усіх зон прикріплення ендопротеза зазвичай оптимальний (відстань від краю аневризми 2 см і більше, відсутні тромбоз, сильний кальциноз або виражена звивистість), тому рекомендований I тип гібридних втручань. За умови такого типу втручання спочатку виконують класичний дебранчинг гілок дуги аорти, потім імплантують стент-графт від зони 0 або одномоментно з відкритим етапом, або відстрочено ретроградним доступом [1].

Якщо відсутня добра проксимальна зона фіксації зони 0, але при цьому достатньо адекватна зона дистального прикріплення (зони 3/4), виконують II тип гібридних операцій. Головна відмінність від I типу – необхідність створення адекватної проксимальної зони фіксації для встановлення стент-графта, яка досягається за допомогою відкритого протезування висхідної аорти та супроводжується гіпотермічною зупинкою кровообігу [9, 24, 26, 29, 34, 40, 51, 53, 58]. При протяжних аневризмах висхідної аорти та дуги з переходом на низхідну аорту (так званий синдром «мегааорти»), коли і проксимальна, і дистальна зони прикріплення не є адекватними, виконують III тип гібридних операцій. Зазвичай він представлений тотальною відкритою реконструкцією висхідної аорти та дуги в модифікації «хобот слона» (elephant trunk) з подальшою одномоментною або відстроченою імплантацією стент-графта в грудну аорту, який фіксується з переходом на протезовану частину аорти, що лежить вище [7, 17, 39, 48, 49, 52]. У сучасних умовах набирає популярності техніка «заморожений хобот слона» (frozen elephant trunk), коли розкриття ендографта відбувається

ся в умовах гіпотермічної зупинки кровообігу [7, 49]. Для подібних втручань, крім звичайних стент-графтів, часто використовують спеціальні гібридні пристрої, проксимальна частина яких представлена лінійним судинним протезом, а дистальна частина – стент-графтом [47].

Існує методика, коли замість дебранчингу безпечніше виконати одномоментне ендovasкулярне ендопротезування за методикою chimney («димохід»); деякі автори повідомляли про використання технік подвійного і навіть потрійного chimney, коли стент-графти встановлювали у всі брахіоцефальні артерії [31]. На жаль, після виконання складних варіантів chimney у найближчому післяопераційному періоді висока частота розвитку ендоліків 1-го типу, які доводиться коригувати за допомогою відкритих операцій або різних емболізацій.

За даними P. Rango та співавторів, після виконання гібридних операцій на дузі аорти в 104 пацієнтів частота госпітальної летальності становила 5,8 %, інсульту – 3,8 %, ішемії спинного мозку – 2,9 %. У 4 (3,8 %) хворих виникла ретроградна дисекція типу А, з приводу якої виконували протезування висхідної аорти [48].

Велике значення для результатів втручання має анатомія аневризми та локалізація зони фіксації графта. Так, під час аналізу 1886 гібридних операцій на дузі аорти було виявлено, що при перекритті зони 0 частота періопераційної летальності становила 15,1 %, а при перекритті зони 1 – лише 7,1 % [58].

Одним зі специфічних ускладнень гібридних втручань на аорті є ішемія спинного мозку. Предикторами її розвитку є вік пацієнта (понад 75 років), дистальна зона фіксації стент-графта нижче Th7 хребця та хірургічні втручання на черевній аорті в анамнезі [34, 37, 58]. Щоб запобігти цьому ускладненню, останнім часом активно застосовують дренажування спинномозкової рідини.

Як показують дані сучасних досліджень, під час виконання адекватного дебранчингу брахіоцефальних артерій частота періопераційного інсульту невисока (до 2 %). Водночас за відсутності реvascularизації перекритої стент-графтом артерії частота інсульту може зростати до 8 % [33, 37].

Використання нових підходів включає також повне ендovasкулярне протезування за допомогою фенестрованих і мультибраншованих стент-графтів, які мають обмежене застосування у зв'язку зі складністю їхнього виготовлення та цінової політики [13, 30].

Результати тотального ендovasкулярного дебранчингу дуги аорти у своєму метааналізі оцінював K.G. Moulakakis, описавши результати

лікування 894 пацієнтів. Він визначив, що післяопераційна летальність становила 11,9 %, частота церебрального інсульту – 7,6 %, ішемії спинного мозку – 3,6 %, гострої ниркової недостатності – 5,7 %, ендоліки були виявлені у 16,6 %, а ретроградна дисекція типу А у 4,5 % пацієнтів [37]. Альтернативою таких втручань є гібридна процедура, яка може бути виконана в осіб старшого віку та з коморбідністю. Подібні висновки були підтверджені й іншими авторами, які порівнювали відкрите протезування з гібридними методиками [5, 35, 45, 46, 53]. Летальність серед пацієнтів віком від 75 років становила 36 % після відкритої операції на дузі аорти, тоді як після гібридних процедур її рівень становив 11 % [35].

З іншого боку, U. Benedetto та співавтори і A. Hiraoka у метааналізах відзначили, що гібридне лікування дуги аорти в зоні 0 не знижує безпосередньо летальність і збільшує ризик інсульту, який найчастіше пов'язаний з імплантацією стент-графта [8, 46]. У метааналізі A. Chakos і співавтори показали меншу частоту ішемії спинного мозку та більше довгострокове виживання в пацієнтів з традиційними методами лікування, ніж з гібридними операціями [12]. На противагу цьому P. De Rango та співавтори показали, що гібридні методи можуть застосовуватися з високим рівнем технічного успіху (97,1 %), прийнятною летальністю (8,5 %) та низьким ризиком виникнення церебрального (5,6 %) і спинного (2,8 %) інсульту. Ретельний аналіз середньострокових результатів не виявив різниці між гібридним і відкритим методом лікування дуги аорти за частотою летальності та повторних операцій [16].

Метааналіз N.A. Papakonstantinou і співавторів показав низьку летальність 3,9 % з частотою інсульту 3,8 % і постійною паралегією 2,4 %, що може свідчити про більш зважений відбір пацієнтів, проте частота ендоліків, як і раніше, залишається високою – 10,7 % [42]. Для субтотального дебранчингу в разі ураження дистальної частини дуги аорти, за необхідності в імплантації стент-графта в зону 1, виконують перемикування лівої загальної сонної та підключичної артерій. Для зони 2 виконують перемикування тільки лівої підключичної артерії за допомогою її транспозиції або шунтування. Порівнюючи частоту ускладнень між зонами в різних роботах, виявили, що гібридна операція для зони 0 супроводжувалася летальністю 15,1 %, а для зони 1 – 7,6 %, але з аналогічною частотою неврологічних ускладнень до 7 % [11, 33].

Вважають, що тотальний дебранчинг забезпечує кращу зону посадки, але рівень післяопераційної летальності вищий, ніж при менш інвазивному частковому дебранчингу дуги аорти.

Результати гібридного лікування всієї дуги та напівдуги аорти порівняли W.C. Kang і співавтори. Дослідники виявили, що не було відмінностей у найближчому післяопераційному та середньостроковому періоді за летальністю, частотою розвитку ендоліків, інсульту, а віддалена летальність здебільшого була пов'язана зі збереженням ендоліка Іа типу та інфекційними ускладненнями [28].

Н.С. Јоо і співавтори порівняли результати відкритого лікування аневризми низхідної грудної аорти із залученням дистальної частини її дуги з гібридним втручанням у зонах 1 і 2. Летальність між групами не відрізнялася (10,1 % для відкритої та 6,5 % для гібридної групи), як і інші ускладнення. Віддалені результати виживання між групами упродовж 10 років також не відрізнялися (59,4 % проти 48,8 %), проте повторні операції були потрібні в 35 % випадків, а свобода від реінтервенції становила 85,2 % для відкритої та 41,3 % для гібридної групи [27]. Загалом оцінка віддалених результатів гібридних процедур обмежена середньостроковим періодом, а також відсутністю порівняння реконструкції зони 0 із зоною 1 та 2.

Використання паралельних графтів або техніки chimney, запропонованої R.K. Greenberg, техніки «перископ» і навіть фенестрування стент-графта методом *in situ* останніми роками дедалі активніше розвивається [4, 21, 39, 44]. Такі методи є альтернативою «відкритому» дебранчінгу і можуть бути виконані одномоментно з ендопротезуванням аорти, що ефективно в екстрених ситуаціях за рахунок швидкості й малої інвазивності, у такий спосіб унеможливаючи проведення втручання у два етапи та інші ускладнення відкритої операції [19]. Для використання цих методів потрібна наявність відповідної анатомії дуги аорти (кут нахилу гілок, тип дуги). Іншим альтернативним ендovasкулярним методом, крім техніки паралельних графтів, є використання комерційних фенестрованих графтів, саморобне фенестрування або фенестрування *in situ* грудного стент-графта за допомогою катетерної голки або лазера. Цей метод показує добрі результати, проте використовується в деяких центрах і потребує певного досвіду [55, 61]. У разі використання техніки паралельних графтів потрібно збільшувати діаметр основного ендографта на 30 %, оскільки підвищується ризик розвитку ендоліка типу Іа між основним графтом аорти та паралельним. Використання подвійних паралельних графтів для лівої загальної сонної артерії та лівої підключичної артерії створюють більший ризик розвитку ендоліка Іа типу [25].

У метааналізі W. Ahmad і співавтори серед 373 пацієнтів відзначали летальність 7,9 % і нижчу частоту інсульту 2,6 %, проте понад 50 % випадків були пацієнти із зоною 2, тоді як більшість оглядів гібридного лікування дуги аорти оцінювали результати пацієнтів із зоною 0 і 1. Також відзначено вищу частоту повторних втручань – 10,6 % [4].

В іншому одноцентровому дослідженні за участю 226 пацієнтів втручання виконували в зоні 2 у 84 % хворих, частота ендоліків Іа типу та інсульту становила 16,3 % та 1,7 % відповідно [25]. У разі більш проксимальних уражень дуги аорти частота інсульту та ендоліків може сягати 11 %. Спостерігали також високу частоту повторних ендovasкулярних втручань у 33 % спостережень, частина яких була виконана на інших сегментах [59]. Віддалена прохідність протягом першого року становила 100 %, а 3-річного періоду – до 98 % [10, 13]. А втім, частота ендоліка І типу, що зберігається у 23 % пацієнтів, залишається проблемою і обмежує поширення цього методу [19].

У нашому клінічному випадку при використанні гібридної операції з приводу аневризми дуги та низхідного відділу аорти та часткового дебранчінгу у вигляді підключично-підключичного шунтування в пацієнта не було післяопераційних ускладнень, що було досягнуто завдяки багаторічному досвіду роботи наших спеціалістів і злагодженій командній роботі колективу.

Висновки

Відкриті операції на грудній аорті часто потребують дистальної перфузії, особливо у випадку залучення частини дуги або торакоабдомінального сегмента аорти. Так, залучення брахіоцефальних артерій до патологічного процесу зумовлює проведення штучного кровообігу із застосуванням додаткових методів для захисту головного мозку, таких як церебральна перфузія та гіпотермія. Всі ці фактори підвищують ризик інтра- та післяопераційних ускладнень, а також ранньої смертності. Описані різні методи відкритих оперативних втручань із заміни всієї чи більшої частини грудної аорти, що представляють радикальний підхід та потребують високого рівня професійних навичок хірурга і досвіду роботи зі штучним кровообігом.

Ендovasкулярна та гібридна хірургія дає змогу набагато спростити лікування. Метод ендопротезування не потребує перетискання аорти, застосування штучного кровообігу, легко відтворюється і за можливості може бути виконаний у кілька етапів. Гібридні операції на грудній аорті є доступнішим варіантом реконструкції, на від-

міну від повного ендovasкулярного протезування. Використання техніки паралельних графтів і фенестрованих ендопротезів має свої анатомічні обмеження, що найчастіше потребують повторних втручань у найближчому та середньостроковому періодах. Навпаки, для відкритого екстраанатомічного перемикання брахіоцефальних артерій у більшості випадків не треба великого спеціалізованого хірургічного досвіду, а ендovasкулярне протезування аорти не потребує додаткових маніпуляцій у артеріях, що відходять, це робить операцію простішою. Ці підходи най-

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: проєкт дослідження, редагування статті – О.З., Б.Т.; збір матеріалу – О.З., А.Ш., О.П., А.Х., Б.Т., К.Б.; написання статті – З.В.П., О.З., А.Ш.; опрацювання даних літератури – О.П.

Література

- Тодуров Б.М., Зеленчук О.В., Судакевич С.М., Шкандала А.Ю. та ін. Асцендо-десцендоаортальне протезування з реімплантацією брахіоцефальних судин при аневризмі дуги та низхідної частини аорти на тлі гіпоплазії дуги та коарктації аорти. *Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія*. 2020. № 2. С. 42–47.
- Тодуров Б.М., Шкандала А.Ю., Зеленчук О.В., Ротарь М.Ф. та ін. Випадок хірургічного лікування аневризми висхідного відділу та дуги аорти в пацієнтки з некласифікованим захворюванням сполучної тканини. *Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія*. 2019. № 3. С. 46–50.
- Шкандала А.Ю., Тодуров Б.М., Фуркало С.М., Хохлов А.В., Зеленчук О.В. Thoracic endovascular aneurysm repair in patients with connective tissue disorders. *Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія*. 2022. № 1–2. С. 18–27.
- 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):1602-10.
- Alonso Pérez M, Llana Coto JM, Del Castro Madrazo JA, et al. Debranching aortic surgery. *Thorac Dis*. 2017;9(6):465-77.
- Alsawas M, Zaiem F, Larrea-Mantilla L, et al. Effectiveness of surgical interventions for thoracic aortic aneurysms: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg*. 2017;66(4):1258-68.
- Bakoyiannis C, Kalles V, Economopoulos K, et al. Hybrid techniques in the treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms: systematic review. *J Endovasc Ther*. 2009;16:443.
- Benedetto U, Melina G, Angeloni E, et al. Current results of open total arch replacement versus hybrid thoracic endovascular aortic repair for aortic arch aneurysm: a meta-analysis of comparative studies. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145(1):305-6.
- Borst HG, Walterbusch G, Schaps D. Extensive aortic replacement using «elephant trunk» prosthesis. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;31:37-40.
- Bosiers MJ, Donas KP, Mangialardi N, et al. European Multicenter Registry for the Performance of the Chimney/Snorkel Technique in the Treatment of Aortic Arch Pathologic Conditions. *Ann Thorac Surg*. 2016;101(6):2224-30. doi:10.1016/j.athoracsur.2015.10.112.
- Cao P, De Rango P, Czerny M, et al. Systematic review of clinical outcomes in hybrid procedures for aortic arch dissections and other arch diseases. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144(6):1286-300.
- Chakos A, Jbara D, Yan TD, Tian DH. Long-term survival and related outcomes for hybrid versus traditional arch repair: a meta-analysis. *Ann Cardiothorac Surg*. 2018;7(3):319-27.
- Chiesa R, Bertoglio L, Rinaldi E, Tshomba Y. Hybrid repair of aortic arch pathology. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2014:mmu003.
- Coselli JS, Bozinovski J, LeMaire SA. Open surgical repair of 2286 thoracoabdominal aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg*. 2007;83:862-4.
- Czerny M, Rylski B, Beyersdorf F. Thoracic endovascular aortic repair for uncomplicated type B aortic dissection. *Curr Opin Cardiol*. 2016;31(6):606-10.
- De Rango P, Ferrer C, Coscarella C, et al. Contemporary comparison of aortic arch repair by endovascular and open surgical reconstructions. *J Vasc Surg*. 2015;61(2):339-46.
- Drinkwater SL, Goebells A, Haydar A, et al. The incidence of spinal cord ischemia following thoracic and thoracoabdominal endovascular intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2010;40:729-35.
- Erbel R, Aboyans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo RD, Eggebrecht H, Evangelista A, Falk V, Frank H, Gaemperli O, Grabenwöger M, Haverich A, Jung B, Manolis AJ, Meijboom F, Nienaber CA, Roffi M, Rousseau H, Sechtem U, Sirnes PA, Allmen RS, Vrints CJ. ESC Committee for Practice Guidelines. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2014;35(41):2873-926. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu281>.
- Faulds J, Sandhu HK, Estrera AL, Safi HJ. Minimally Invasive Techniques for Total Aortic Arch Reconstruction. *J Methodist Debaque Cardiovasc*. 2016;12(1):41-4.
- Gopaldas RR, Dao TK, LeMaire SA, et al. Endovascular versus open repair of ruptured descending thoracic aortic aneurysms: a nationwide risk-adjusted study of 923 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;142(5):1010-8.
- Greenberg RK, Clair D, Srivastava S, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? *J Vasc Surg*. 2003;38(5):990-6.
- Hiraoka A, Chikazawa G, Tamura K, et al. Clinical outcomes of different approaches to aortic arch disease. *J Vasc Surg*. 2015;61(1):88–95.
- Hogendoorn W, Schlösser FJ, Moll FL, et al. Thoracic endovascular aortic repair with the chimney graft technique. *J Vasc Surg*. 2013;58(2):502-11.
- Holt PJ, Johnson C, Hinchliffe RJ, et al. Outcomes of the endovascular management of aortic arch aneurysm: implications for management of the left subclavian artery. *J Vasc Surg*. 2010;51:1329-38.
- Huang W, Ding H, Jiang M, et al. Outcomes Of Chimney

- Technique For Aortic Arch Diseases: A Single-Center Experience With 226 Cases. *Clin Interv Aging*. 2019;14:1829-40.
26. Jakob H, Tsagakis K, Pacini D, et al. The International E-vita Open Registry: data sets of 274 patients. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2011;52:717-23.
 27. Joo HC, Youn YN, Ko YG, et al. Comparison of open surgical versus hybrid endovascular repair for descending thoracic aortic aneurysms with distal arch involvement. *J Thorac Dis*. 2018;10(6):3548-57.
 28. Kang WC, YG Ko, Oh PC, et al. Comparison of Total Arch and Partial Arch Transposition During Hybrid Endovascular Repair for Aortic Arch Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2016;52(2):173-8.
 29. Kawaharada N, Kurimoto Y, Ito T, et al. Hybrid treatment for aortic arch and proximal descending thoracic aneurysm: experience with stent grafting for second-stage elephant trunk repair. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2009;(36):956-61.
 30. Kopp R, Katada Y, Kondo S, et al. Multicenter analysis of endovascular aortic arch in situ stent-graft fenestrations for aortic arch pathologies. *Ann Vasc Surg*. 2019;59:36-47.
 31. Lachat M, Mayer D, Criado FJ, et al. New technique to facilitate renal revascularization with use of telescoping self-expanding stent grafts: VORTEC. *Vascular*. 2008;16:69-72.
 32. LeMaire SA, Carter SA, Coselli JS. The elephant trunk technique for staged repair of complex aneurysms of the entire thoracic aorta. *Ann Thorac Surg*. 2006;81(5):1561-9.
 33. Leontyev S, Tsagakis K, Pacini D, et al. Impact of clinical factors and surgical techniques on early outcome of patients treated with frozen elephant trunk technique by using EVITA open stent-graft: results of a multicentre study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016;49(2):660-6.
 34. Lima B, Roselli EE, Soltesz EG, et al. Modified and «reverse» frozen elephant trunk repairs for extensive disease and complications after stent grafting. *Ann Thorac Surg*. 2012;93:103-9.
 35. Milewski RK, Szeto WY, Pochettino A, et al. Have hybrid procedures replaced open aortic arch reconstruction in high-risk patients? A comparative study of elective open arch debranching with endovascular stent graft placement and conventional elective open total and distal aortic arch reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;140(3):590-7.
 36. Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, Verzini F, et al. Management of Abdominal Aortic Aneurysms Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011;41:S1eS58.
 37. Moulakakis KG, Mylonas SN, Avgerinos E, et al. Hybrid open endovascular technique for aortic thoracoabdominal pathology. *Circulation*. 2011;124:2670.
 38. Moulakakis KG, Mylonas SN, Markatis F, et al. A systematic review and meta-analysis of hybrid aortic arch replacement. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(3):247-60.
 39. Moulakakis KG, Mylonas SN, Dalainas I, et al. The chimney-graft technique for preserving supraaortic branches: a review. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(3):339-46.
 40. Nishi H, Mitsuno M, Tanaka H, et al. Spinal cord injury in patients undergoing total arch replacement: a cautionary note for use of the long elephant technique. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;142:1084-9.
 41. Oderich GS, Gloviczki P, Farber M, et al. Abdominal debranching with aortic stent grafts for complex aortic aneurysms: preliminary results of the North American Complex Abdominal Aortic Debranching (NACAAD) Registry. Society for Vascular Surgery meeting; Chicago, IL; June 15-18, 2011.
 42. Papakonstantinou NA, Antonopoulos CN, Baikoussis NG, et al. Aortic Arch Reconstruction: Are Hybrid Debranching Procedures a Good Choice? *Heart Lung Circ*. 2018;27(11):1335-49.
 43. Patel HJ, Upchurch GR, Eliason JL, et al. Hybrid debranching with endovascular repair for thoracoabdominal aneurysms: a comparison with open repair. *Ann Thorac Surg*. 2010;89:1475-81.
 44. Pecoraro F, Lachat M, Cayne NS, et al. Mid-term results of chimney and periscope grafts in supraaortic branches in high risk patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017;54(3):295-302.
 45. Parsa CJ, Williams JB, Bhattacharya SD, Wolfe WG, Daneshmand MA, McCann RL, et al. Midterm results with thoracic endovascular aortic repair for chronic type B aortic dissection with associated aneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141:322-7. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.10.043>.
 46. Privitera S. Simple shunting of thoracoabdominal aneurysms with visceral perfusion. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2001;71(5):1753.
 47. Quinones-Baldrich W, Jimenez JC, De Rubertis B, Moore WS. Combined endovascular and surgical approach (CESA) to thoracoabdominal aortic pathology: a 10-year experience. *J Vasc Surg*. 2009;49:1125-34.
 48. Rango P, et al. Systematic review of clinical outcomes in hybrid procedures for aortic arch dissections and other arch diseases. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144(6):1286-300.
 49. Resch TA, Greenberg R, Lyden SP, et al. Combined staged procedures for the treatment of thoracoabdominal aneurysms. *J Endovasc Ther*. 2006;13:481-9.
 50. Rimbau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, et al. Management of Descending Thoracic Aorta Diseases Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J VascEndovasc Surg*. 2017;53:4e52. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2016.06.005>.
 51. Rigberg D, et al. Thirty-day mortality statistics underestimate the risk of repair of thoracoabdominal aortic aneurysms: A statewide experience. *J Vasc Surg*. 2006;43(2):217-22.
 52. Safi HJ, Estrera AL, Azizzadeh A, et al. Progress and future challenges in thoracoabdominal aortic aneurysm management. *World J Surg*. 2008;32:355-60.
 53. Seike Y, Matsuda H, Fukuda T, et al. Total arch replacement versus debranching thoracic endovascular aortic repair for aortic arch aneurysm: what indicates a high-risk patient for arch repair in octogenarians? *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(5):263-9.
 54. Shahverdyan R, et al. Triple-barrel Graft as a Novel Strategy to Preserve Supra-aortic Branches in ArchTEVAR Procedures: Clinical Study and Systematic Review. *Eur J Vasc and Endovasc Surg*. 2013;45(1):28-35.
 55. Shang T, Tian L, Li DL, et al. Favourable outcomes of endovascular total aortic arch repair via needle based in situ fenestration at a mean follow-up of 5.4 months. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018;55(3):369-76.
 56. Sood V, Patel HJ, Williams DM, et al. Open and endovascular repair of the nontraumatic isolated aortic arch aneurysm. *J Vasc Surg*. 2014;60(1):57-63.
 57. Steuer J, Eriksson MO, Nyman R, et al. Early and long-term outcome after thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) for acute complicated type B aortic dissection. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011;41(3):318-23.
 58. Sun L, Qi R, Zhu J, Liu Y, et al. Total arch replacement combined with stented elephant trunk implantation: a new «standard» therapy for type a dissection involving repair of the aortic arch? *Circulation*. 2011;123:971-8.
 59. Voskresensky I, Scali ST, Feezor RJ, et al. Outcomes of thoracic endovascular aortic repair using aortic arch chimney stents in high-risk patients. *J Vasc Surg*. 2017;66(1):9-20.
 60. Zhang L, Zhao Z, Chen Y, et al. Reintervention after endovascular repair for aortic dissection: A systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152(5):1279-88.
 61. Zhu J, Dai X, Noiniyom P, et al. Fenestrated Thoracic Endovascular Aortic Repair Using Physician-Modified Stent Grafts (PMSGs) in Zone 0 and Zone 1 for Aortic Arch Diseases. *Cardiovascular Intervent Radiol*. 2019;42(1):19-27.

O.V. Zelenchuk^{1,2}, **A.V. Khokhlov**^{1,2}, **A.Yu. Shkandala**^{1,2}, **K.S. Boiko**^{1,2}, **O.Yu. Polishchuk**¹,
Z.V. Press¹, **B.M. Todurov**^{1,2}

¹ Heart Institute of the Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Hybrid surgery for aneurysm of the arch and descending part of the aorta. Right-left subclavian bypass as a variant of subtotal debranching

The article presents the experience of our team in various surgical methods of treating aortic pathology. Surgical pathology of the thoracic aorta, namely aneurysms and dissections, remains controversial for the «heart team». In recent years, endovascular aortic replacement (TEVAR) has proven itself as a treatment option for many aortic diseases with a mortality rate up to 7.5 %. According to the latest clinical recommendations, TEVAR has become the method of choice in the treatment of acute aortic dissection, showing better results compared to medical therapy and open surgery. However, the endovascular approach requires certain anatomical features that allow the correct placement of the stent-graft, which is not always possible. Thus, when the brachiocephalic arteries are involved in the pathological process, artificial blood circulation is required with the use of additional methods to protect the brain, such as cerebral perfusion and hypothermia. All these factors increase the risk of intra- and postoperative complications, as well as early mortality. Different methods of open surgery to replace all or most of the thoracic aorta are described, which represent a radical approach and require a high level of professional skills of the surgeon and experience in working with artificial blood circulation.

Key words: aneurysm, dissection, endovascular aortic repair, hybrid surgery, debranching.