

Кулик Л. В.¹, д-р мед. наук, професор, керівник клініки кардіохірургії, orcid.org/0000-0002-0394-0677

Процик І. С.², лікар-кардіохірург кардіохірургічного відділення

Бешлей Д. М.², лікар-кардіохірург кардіохірургічного відділення

Шнайдрок А. А.², лікар-кардіохірург кардіохірургічного відділення

Пецентій В. В.⁴, завідувач кардіохірургічного відділення

Бабич А. В.³, лікар-кардіохірург кардіохірургічного відділення

¹Львівський національний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

²Львівська обласна клінічна лікарня, м. Львів, Україна

³Львівський обласний клінічний лікувально-діагностичний кардіологічний центр, м. Львів, Україна

⁴Волинська обласна клінічна лікарня, м. Луцьк, Україна

Повна заміна дуги аорти: показання та особливості хірургічної техніки

Резюме. Протезування всієї дуги аорти є однією з найбільш технічно складних операцій, основний ризик якої полягає в інтраопераційному ішемічному ураженні головного мозку. Незважаючи на досягнутий прогрес, операційна летальність при цій операції навіть у межах найбільш реномованих спеціалізованих центрів сягає 7,3 %. Альтернативою класичній «відкритій» операції є ендпротезування аорти в поєднанні з процедурою артеріального переключення – *debranching*. Такий підхід дозволяє зменшити травматичність хірургічного втручання за рахунок скорочення тривалості штучного кровообігу.

Мета – описати раціональний підхід до заміни всієї дуги аорти залежно від величини аневризми, стану судин дуги та гостроти клінічної ситуації. Нещодавно запроваджені нові методики операції і перфузії при повній заміні дуги аорти спрямовані на зменшення ризику неврологічних ускладнень. Одним з новітніх способів операції є методика «спочатку дуга», яка поступово витісняє давнішу техніку, при якій першим формують анастомоз з низхідною грудною аортою. Обов'язковим технічним забезпеченням операції є проведення антеградної церебральної перфузії. У статті на власних клінічних прикладах і даних літератури підсумовано зміну поглядів на стратегію виконання «відкритої» повної заміни дуги аорти при різних її патологіях.

Висновки. Основними ризиками повного протезування дуги аорти є кровотечі та ішемічне ураження головного мозку. Спосіб заміни дуги – «спочатку низхідна аорта» передбачає подвійну артеріальну канюляцію, антеградну церебральну перфузію, глибоку гіпотермію з повною зупинкою кровообігу для нижньої половини тіла і застосування мультибраншового протеза.

Ключові слова: протезування дуги аорти, антеградна церебральна перфузія, глибока гіпотермія, ендпротезування аорти.

Сучасний етап хірургії дуги аорти характеризує дедалі більше поширення гібридного підходу, який поєднує «відкрити» операцію переключення її гілок – *debranching* з одночасною або відтермінованою антечи ретроградною імплантацією стент-графтів – *TEVAR*. Підтверджена ефективність і менша травматичність за рахунок скорочення тривалості штучного кровообігу дала змогу одному з відомих апологетів методу Jakob H. проголосити, що невдовзі ендovasкулярний підхід повністю перебере на себе роль «відкритої» операції на грудній аорті [8]. Протилежної думки дотримується Bachet J. – визнаний експерт у цій галузі, який, не заперечуючи перспективності гібридного підходу, вважає «відкрити» операцію кращою за ендпротезування [3].

Дискусія, що триває до сьогодні, супроводжується накопиченням аргументів на користь як одного, так і іншого методів. У нещодавньому метааналізі 15 досліджень із загальною кількістю 1279 пацієнтів, яким застосували гібридний підхід, виявлено загальну летальність 13 %, інсульт у 4,8 %, ураження спинного мозку у 3,5 % пацієнтів, щоправда при облітерації несправжнього каналу при розшаруванні аорти практично у всіх хворих [22]. У найновішому Консенсусі експертів Європейських асоціацій кардіоторакальних і судинних хірургів від 2019 року практично при всіх патологіях дуги віддають перевагу гібридному підходу у вигляді класичного або «замороженого» *elephant trunk* (FET) [4]. Натомість ентузіасти традиційної «від-

критої» операції ілюструють досягнутий ними прогрес зменшенням операційної летальності з 15–25 % до 0,8–7,3 %, щоправда в межах спеціалізованих центрів [2, 4].

Мета – описати раціональний підхід до заміни всієї дуги аорти залежно від величини аневризми, стану судин дуги та гостроти клінічної ситуації.

Матеріали та методи. Основним показанням до заміни дуги аорти є справжні аневризми унаслідок атеросклерозу, генетичних захворювань сполучної тканини (синдром Марфана), сифілісу. Іншим, щораз частішим показанням до протезування всієї дуги стає гостра розшаровуюча аневризма аорти типу А. Найбільш виправданою операцією при цій патології ми, як і інші фахівці, вважаємо надкоронарне протезування або операцію пів дуги. Проте під впливом хірургічних груп з Японії і Китаю [6, 9] повна заміна дуги аорти здобуває більше прихильників у Європі [24]. Водночас поповнюється доказова база на користь такої радикальної тактики.

Підставами для її виконання ми вважаємо резекцію надриву інтими в дузі, незалежно первинного чи додаткового, особливо на тлі вже наявної аневризми дуги. Спрямування кровоплину в єдиний просвіт завдяки ліквідації розшарування як висхідної, так і дуги аорти може сприяти розправленню стиснутого справжнього і ймовірній облітерації несправжнього каналу в низхідній грудній аорті. Адже протезування лише висхідної аорти залишає функціонувати несправжній канал при типі DeBakey I у 90 % випадків [20].

Існують більш деталізовані показання до заміни аорти при гострому розшаруванні типу А. Сюди відносять попередньо наявну аневризму дуги, первинний надрив інтими в дистальній дузі чи низхідній аорті, додатковий надрив інтими на дузі > 10 мм, клінічні ознаки малперфузії вісцеральних органів чи кінцівок, стиснення справжнього просвіту у низхідній грудній аорті, діаметр несправжнього каналу > 22 мм, діаметр грудної аорти > 35 мм, молодий вік пацієнта [1].

Техніка виконання повної заміни дуги аорти складається з таких етапів: забезпечення доступу, виконання артеріальної канюляції, вибір способу захисту головного мозку, формування дистального анастомозу з низхідною грудною аортою, імплантація в протез гілок дуги аорти. Послідовність виконання анастомозів залежить від морфологічних і клінічних особливостей конкретного випадку, вимагає володіння методичними прийомами маніпуляцій на аорті, детального планування всього ходу операції і дотримання заздалегідь вибраного протоколу.

Одним з новітніх способів операції є методика «спочатку дуга», поява якої хронологічно збіглася із запровадженням техніки debranching для TEVAR [13, 19]. Ця техніка передбачає використання двох різних протезів і, як свідчить сама назва, накладання анастомозів

спочатку з гілками дуги, відтак з низхідною, а потім з висхідною аортою. Анастомози із судинами дуги технічно є тією самою процедурою debranching type II, яку застосовують при гібридному підході. З'єднання обох протезів відбувається в комфортних умовах відновленої (а для голови постійно триваючої) перфузії до голови, серця і внутрішніх органів. За такої техніки є можливість дотримання максимальної герметичності при формуванні анастомозів. Обов'язковим технічним забезпеченням операції є наявність мультибраншового протеза відповідного дизайну з наявністю 4 або 3 відгалужень (рисунок 1).

Основною перевагою методу є збереження постійної перфузії головного мозку, що істотно зменшує ризик його ішемічного пошкодження, дозволяє уникнути глибокої гіпотермії і її негативного впливу, зокрема на систему зсідання крові. Як результат – у 15–20 % оперованих хворих у досвіді окремих авторів вдалося уникнути переливання крові та її дериватів [13]. Matalanis G. et al. – прихильники техніки «спершу дуга» без зупинки кровообігу і глибокої гіпотермії, описали прийоми і засоби, які дають змогу не припиняти перфузію до нижньої половини тіла: перетискання низхідної грудної аорти поза перикардом, використання канюлі для перфузії з балоном за типом ендоклемпу. Такий підхід запобігає розвитку ниркової недостатності. Згодом ці автори відмовились від подвійної канюляції – аксилярна (пахова) + стегнова артерія, використовуючи з ці-

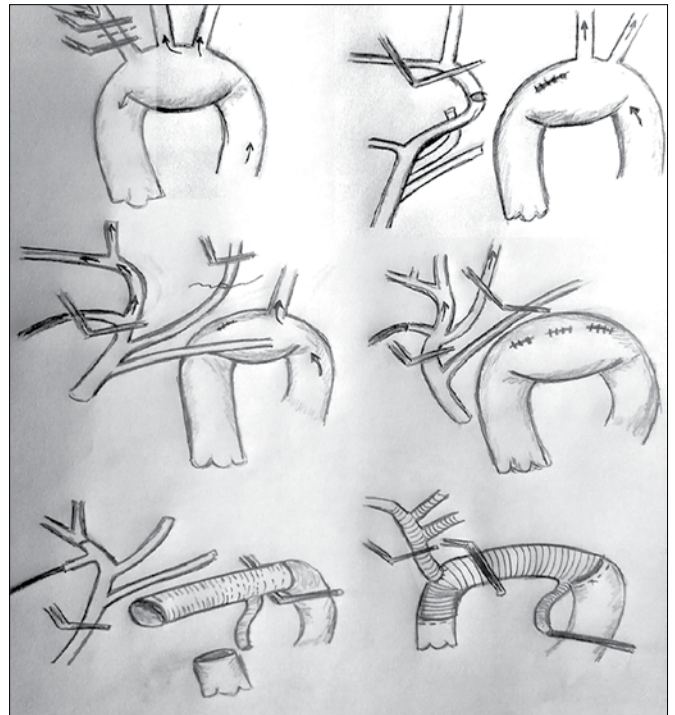


Рисунок 1. Протезування дуги аорти – техніка «спочатку дуга»

єю метою лише одну стегову артерію. Спроможність цієї техніки, здавалося б, підтверджують досягнуті результати – летальність 3,1 %, інсульт лише в одного з 64 оперованих, а також контингент оперованих: 39,1 % хворих оперували ургентно, майже половина (48,4 %) були з гострим розшаруванням аорти, у 25 % уже проводили раніше операції на серці [13]. Проте тривалість штучного кровообігу, яка в досвіді авторів становила в середньому 300 хв, наголошує на передбачуваній технічній складності методики.

Перехід на техніку «спочатку дуга» задекларували багато авторитетних хірургів, зокрема Coselli [19]. За всієї привабливості описаного методу видається, що його можна застосувати, якщо в операційному полі є доступ до гілок дуги і наявний мультибраншовий протез. Ми не змогли піти таким шляхом в одного нашого пацієнта, в якого все операційне поле було зайняте великою і зрощеною з прилеглими тканинами аневризмою дуги діаметром понад 10 см. Ми скористалися традиційним і більш універсальним способом, який називаємо «спочатку низхідна аорта» (рисунок 2).

Проте при відповідному технічному забезпеченні неминучий перехід на новішу техніку – «спочатку дуга». Тим паче, що техніка debranching стає щораз більш знайомою хірургам з огляду на перспективи ширшого впровадження TEVAR.

Наш протокол операції заміни дуги передбачає такі етапи: подвійна артеріальна канюляція, антеград-

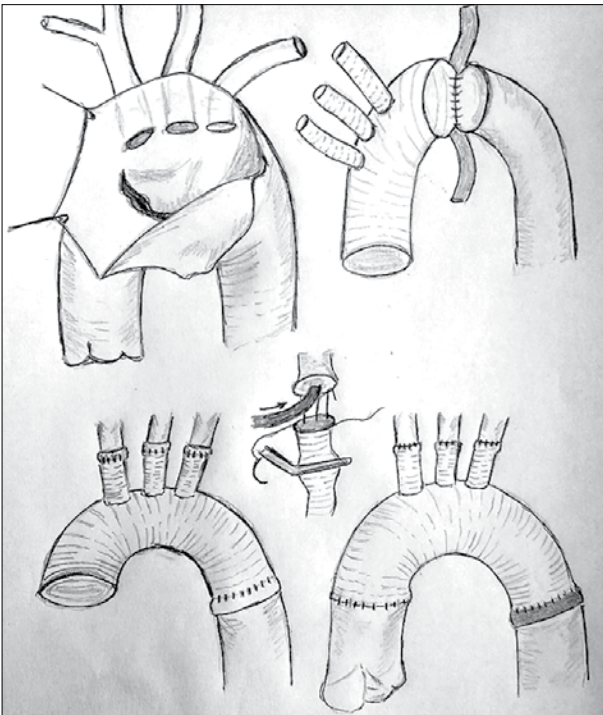


Рисунок 2. Протезування дуги аорти – техніка «спочатку низхідна аорта»

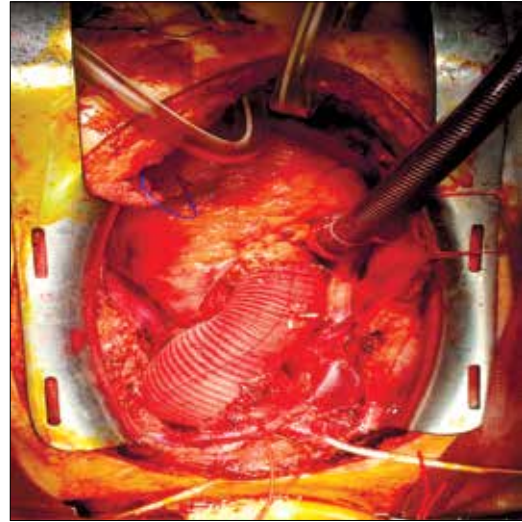


Рисунок 3. Протезування всієї дуги аорти технікою «острівця»

на церебральна перфузія, глибока гіпотермія і повна зупинка кровообігу для нижньої половини тіла. Ми застосовували як лінійний (рисунок 3), так і мультибраншовий протез залежно від їх наявності, віддаючи перевагу останньому.

Доступ. Ми використовували різні доступи, але переважною була серединна стернотомія. Під час вибору доступу виходили з міркувань створення вигідних умов для анастомозу з початком низхідної грудної аорти, що є найскладнішим етапом операції. Понад 90 % таких операцій у світі із серединного доступу виконані в Азії, переважно у осіб худорлявої конституції з малою масою тіла, які становлять більшість популяції в цьому регіоні [16]. Зокрема середня маса осіб, яких оперували Okita et al. становила 50–60 кг, а найстарша їх пацієнтка віком понад 80 років важила всього 30 кг [17]. На 216 операцій, які виконувала група Kazui, розподіл був таким: 98 % хворих – серединна стернотомія, 2 % – стернотомія + лівобічна торакотомія [9].

Натомість у пацієнтів з надмірною масою тіла у разі застосування серединного доступу для цих операцій можуть виникати технічні труднощі, які вдалося подолати у нашого хворого з масою тіла 130 кг шляхом гібридного підходу і першим етапом застосування операції debranching type II (рисунок 4). Спроби спрогнозувати до операції, в яких пацієнтів низхідна грудна аорта виявиться недосяжною із серединного доступу, проведені групою Okita [2]. Автори зіставили виміри на підставі доопераційних (за допомогою комп'ютерної томографії (КТ)) і інтраопераційних вимірювань і дійшли малозрозумілого висновку про можливість дистального анастомозу на рівні 10 мм дистальніше біфуркації трахеї, незалежно від розміру і форми аневризми і передньо-заднього розміру пацієнта.

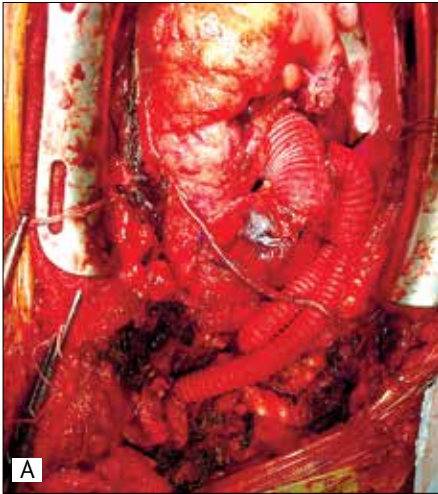


Рисунок 4. Операція *debranching type II + аорто-коронарне шунтування RIMA-LAD (А) і 3D-реконструкція КТ після операції (Б)*

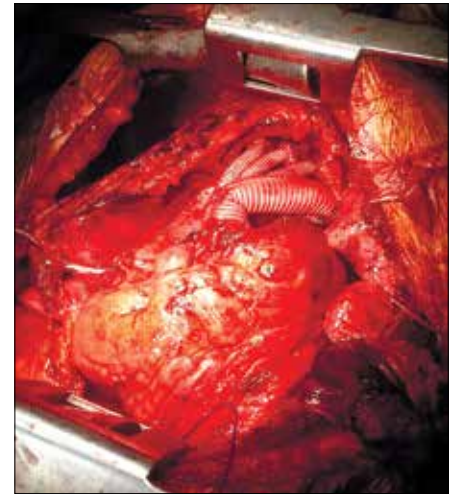


Рисунок 5. *Черездвоплевральний доступ для протезування дуги аорти у хворого з ретроградним розшаруванням аорти типу А*

ента. Через складність запропонованих вимірів вони не знайшли послідовників.

Окрім лівобічної торакотомії ще однією опцією є так званий черездвоплевральний доступ [7]. Останній дійсно створює оптимальні умови для візуалізації всієї грудної аорти, але є травматичним, пов'язаним з підвищеною крововтратою, післяопераційним болем і пригніченням, іноді фатальним, функції легень після операції (рисунок 5). Проте такий доступ дає змогу за потреби і за відсутності FET одночасно замінити висхідну, дугу і низхідну грудну аорту за один етап. Перспективним виглядає застосування так званого L-доступу, який є комбінацією лівобічної торакотомії і верхньої часткової серединної стернотомії [23].

Переваги серединної стернотомії очевидні. Це швидкий, простий у виконанні, відносно малотравматичний доступ, який забезпечує адекватну візуалізацію для підключення штучного кровообігу, ретроградної кардіоплегії, для маніпуляцій на висхідній аорті та її корені, судинах дуги аорти; створює комфортні умови для виконання поєднаних операцій – заміна мітрального клапана чи аорто-коронарного шунтування, як це було необхідно в нашого хворого (рисунок 4).

Покращенню візуалізації судин дуги аорти сприяє продовження шкірного розрізу в напрямку до лівого кивального м'яза. Для зручності маніпуляцій на гілках дуги рекомендують пересікати ліву брахіоцефальну (плече-головну) вену, яку потім навіть не обов'язково відновлювати [3]. Виділяти гілки дуги і підводити тасьми доцільно, якщо це доступно і безпечно. В умовах зміщення гілок дуги аневризмою, виділення їх не завжди легке і безпечне, а скелетизації лівої підключичної артерії, зокрема при типі ні А, ні В, взагалі варто уникати через загрозу розриву аорти. Не вдається

виділити гілки дуги, якщо на дузі є самостійна аневризма якоїсь гілки дуги аорти, наприклад плече-головного стовбура, як це трапилося у нашого хворого. Зрештою, вічка гілок судин дуги і так будуть доступні огляду і маніпуляціям зсередини просвіту аорти після її розрізу на тлі повної зупинки кровообігу.

Канюляція. Місце артеріальної канюляції під час операцій на дузі визначається можливістю проводити одночасно або поперемінно антеградну церебральну перфузію і перфузію решти тіла. Для цієї мети найкраще підходять плече-головний стовбур, пахвова, підключична чи сонна артерії. Кожна з них має свої переваги і недоліки, пов'язані з глибиною залягання і діаметром артерії, швидкістю виділення судини і зручністю канюляції. Ми використовуємо подвійну артеріальну канюляцію: стегова артерія – для нижньої половини тіла і плече-головний стовбур або сонна артерія – для голови (рисунок 6). Така стратегія забезпечує адекватну перфузію всього тіла і дозволяє практично не припиняти перфузію головного мозку протягом операції, що є фундаментальним елементом безпеки виконання протезування дуги аорти.

Сонну артерію завжди канюлюємо через окремих судинний протез діаметром 8 мм, який пришиваємо в бік артерії. Діаметр плече-головного стовбура дає змогу канюлювати його безпосередньо, використовуючи техніку, прийнятну для висхідної аорти. Альтернативою є канюляція через окремих протез, пришитий у бік судини, що менше обтяжує операційне поле, ніж канюля безпосередньо в просвіті плече-головного стовбура. Єдиним застереженням є схильність таких анастомозів до незначного, але постійного підкроволювання на тлі повної гепаринізації, незважаючи на щільну лінію швів.

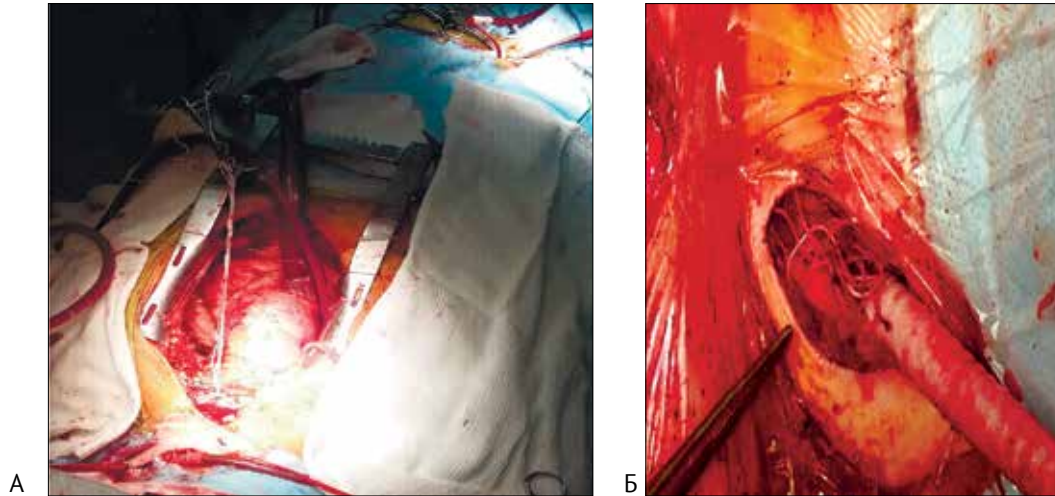


Рисунок 6. Подвійна артеріальна канюляція: права стегнова артерія + ліва сонна артерія
(А). Канюляція сонної артерії через пришитий в бік протез (Б)

За умови використання судинного протеза принаймні з одним відгалуженням, зокрема мультибраншового протеза, подвійну артеріальну канюляцію не вважаємо обов'язковою. Адже є можливість відновлення кровообігу через одну з бранш протеза одразу після завершення дистального анастомозу. Окремі хірургічні групи, незалежно від типу протеза, використовують подвійну артеріальну канюляцію як протокол [5]. Деякі групи, які протягом років з успіхом використовували лише пахвову артерію, останніми роками додали до неї перфузію через стегнову артерію для запобігання ішемії нижньої частини тіла [10]. Натомість прихильники методики «спершу дуга», навпаки, з часом відмовились від подвійної канюляції, використовуючи протягом етапу *debranching* лише стегнову артерію [13].

Стегнова артерія впродовж тривалого часу була єдиним шляхом артеріальної перфузії під час операцій на аорті. Її і сьогодні продовжують використовувати у разі відмови від додаткової церебральної перфузії, покладаючись при захисті мозку винятково на глибоку гіпотермію [25]. На початку 2000-х років її з успіхом використовував Urbanski [24], який згодом став промоу-тером однієї з антеградних церебральних перфузій.

Захист головного мозку. Церебральна антеградна перфузія переважною більшістю фахівців визнана як преференційний метод захисту головного мозку при заміні дуги аорти. Саме цей метод перетворив заміну дуги аорти на повторювану і стандартизовану операцію. Ми здебільшого користуємося унілатеральною антеградною церебральною перфузією. Канюлюємо сонну артерію або плече-головний стовбур, покладаючись на досвід Urbanski [24], який переконує в надійності такого захисту, незважаючи на незамкненість Вілізівського кола у частини осіб (рисунок 6).

Ми дослухаємось до аргументів тих фахівців, які у зв'язку з незамкненістю Вілізівського кола майже у 58 % і нещодавно встановленим значенням лівої підключичної артерії для васкуляризації спинного мозку рекомендують одразу перфузувати не лише 2 мозкові, а й згадану підключичну артерію. Тому, у разі перевищення часу антеградної перфузії понад 40 хв, використовуємо білатеральну антеградну церебральну перфузію [11]. Для цього безпосередньо з операційного поля канюлюємо вічко іншої мозкової артерії катетером для ретроградної кардіоплегії.

Важливим складником успіху при протезуванні всієї дуги є моніторинг стану головного мозку. Найсучаснішою є технологія NIRS оксиметрії, яка дозволяє відмовитись від глибокої гіпотермії на користь помірної, а також своєчасно реагувати у разі несподіваного поглиблення ішемії мозку. Через брак таких можливостей контролю ми використовували антеградну церебральну перфузію за протоколом Kazui [9], доповнюючи її глибокою гіпотермією. Застосування останньої дало змогу нам використовувати менші обсяги перфузії – приблизно 200 мл/хв, замість рекомендованих Kazui et al. 10–15 мл/кг/хв, що при загальній температурі 14 °С, яка ставить мозок поза рамки авторегуляції, неминуче загрожувало б його гіперперфузією.

Непрямим методом контролю за станом головного мозку впродовж операції є моніторинг артеріального тиску. Важливим є вимірювання тиску одночасно на обох променевих артеріях і на одній зі стегнових артерій. У ранньому післяопераційному періоді теж більше довіряємо показникам тиску на стегновій артерії з огляду на відомості про можливу різницю тиску між променевою і стегновою артеріями, які протягом

перших годин після операції з глибокою гіпотермією може сягати 20–35 мм рт. ст. [12]. Глибоку гіпотермію проводимо за Бірмінгемським протоколом. Перед повною зупинкою кровообігу вводимо тіопентал, стероїди, манітол і обкладаємо голову пакетами з льодом.

Іншим методом захисту головного мозку є винятково глибока гіпотермія. Urbanski [24] успішно протезував дугу, зокрема в осіб із крихкими тканинами при гострому розшаруванні, використовуючи короткотривалу повну зупинку кровообігу тривалістю в середньому $22,6 \pm 14,8$ хв, причому при доволі високій загальній температурі тіла – $22,2 \pm 2,9$ °С.

Elefteriades J. A. et al. [25] застосували глибоку гіпотермію у 490 хворих з патологією дуги аорти, у 85 з них повністю замінили дугу, у 65,5 % хворих використовували острівцеву техніку, пересаджуючи в протез лише 2 судини дуги, не чіпаючи ліву підключичну артерію. Загальний час зупинки кровообігу для всієї когорти хворих становив $29,2 \pm 7,9$ хв, середня температура – 18,7 °С. Частота інсульту була 1,6 %, летальність – 2,4 %, причому для планових операцій усього 1,4 %. Автори вважають, що при відповідному досвіді переважну більшість операцій на дузі можна завершити протягом 40 хв, а зупинка в межах 50 хв незначно впливає на летальність чи появу неврологічних наслідків.

Вражаючи результати операцій у зазначених авторів, які довели принципову можливість успішного використання глибокої гіпотермії для повної заміни дуги аорти як єдиного методу захисту мозку, досягнуті здебільшого за рахунок швидкого виконання анастомозів. Є відомості, що за глибокої гіпотермії мозок здатен толерувати анексію значно тривалішу за 30–40 хв. Операція класичного elephant trunk, яку ми вперше виконали в 2001 році у хворого з гострим розшаруванням аорти, супроводжувалася анексією головного мозку протягом 140 хв. при гіпотермії 14 °С і завершилася без жодних неврологічних наслідків.

Однак жорсткі часові обмеження під час операції, яка при найменших хірургічних хибках реально загрожує інтраопераційною кровотечею, не надихає хірургів наслідувати приклад групи Elefteriades J. A. Ізольована глибока гіпотермія навряд чи може бути рекомендована як найоптимальніший метод захисту головного мозку. Навіть дослідження, засновані на великому клінічному матеріалі, утримуються від остаточного вердикту на користь одного з методів захисту мозку. Зокрема японські автори, базуючись на недосяжному для будь-якої країни матеріалі повної заміни дуги у 16 218 пацієнтів, виконаних лише за 3 роки, обмежуються обережною констатацією про подібність результатів застосування гіпотермічної зупинки кровообігу з чи без ретроградної церебральної перфузії та антеградної церебральної перфузії [18]. При цьому відзначають летальність 4 % для гіпотермічної зу-

пинки проти 3,2 % для церебральної перфузії, випадки ішемічного ураження головного мозку – 6,7 проти 8,6 % відповідно. При детальнішому вивченні досвіду японських лікарів можна зробити висновок, що кожен хірург для себе апіорі вирішив, який метод кращий. Адже кількість прихильників антеградної перфузії в зазначеній (японській) базі даних перевищує таку, які використовують глибоку гіпотермічну зупинку, майже у 7 разів – 7038 проти 1141. Єдиною клінічною відмінністю між двома методами було триваліше перебування у відділенні інтенсивної терапії хворих, прооперованих у глибокій гіпотермії – понад 8 днів. Тому для складних випадків ураження дуги рекомендують застосовувати антеградну церебральну перфузію.

Внутрішньоаортальний етап операції. Після досягнення температури тіла 18 °С припиняємо перфузію по стегновій артерії, продовжуючи перфузію мозку через попередньо заканюльований плече-головний стовбур чи сонну артерію. Для цього заканюльовану артерію перетискаємо нижче пришитого до неї протеза, спрямовуючи таким чином кровоплин лише до головного мозку. Висхідну аорту повністю пересікаємо в її центральній частині і поздовжньо розрізаємо дугу по передній поверхні в напрямку до низхідної грудної аорти. Захист міокарда забезпечуємо кров'яною антеградно-ретроградною кардіоплегією.

Для уникнення синдрому «обкрадання» головного мозку блокуємо зворотний кровоплин з вічок гілок дуги. Для цього обтискуємо ліву підключичну і незаканюльовану мозкову судину турнікетами, якщо такі були підведені раніше, судинними затискачами або перекиваємо їх вічка балонними катетерами, які вставляємо з операційного поля. Турнікети надійно обтискають судину, запобігаючи випаданню катетерів, але загрожують травмуванням стінки артерії, особливо у разі її атеросклеротичного ураження. Деякі автори категорично проти такого прийому, наголошуючи при маніпуляціях на гілках дуги на так званій «no touch technique» [17, 21].

Дотримуємося такої послідовності накладання анастомозів: низхідна грудна аорта, ліва підключична, ліва загальна сонна, плече-головний стовбур, анастомоз із куксою висхідної аорти.

Анастомоз із низхідною грудною аортою. Дистальний анастомоз між протезом і низхідною грудною аортою є найвідповідальнішим етапом операції. Складнощі його накладання визначаються глибиною рани, яка більша в осіб з надмірною масою тіла, і якістю тканин аорти, зокрема їх крихкістю при гострому розшаруванні, що відбивається на герметичності анастомозу. Експозицію для анастомозу покращують затискачі, які накладаємо за перехідну складку перикарда і тракцією вниз наближаємо низхідну грудну аорту в поле зору хірурга. Низхідну аорту відсікаємо циркулярно на самому її початку, що збільшує її мобільність. У випадку

гострого розшарування в цей момент відкриваються обидва просвіти аорти і важливо не втратити адвентиціальний шар. Рекомендують мобілізувати цю частину аорти на довжину 3–5 см. Деколи доводиться пересікати 2 бронхіальні артерії, які розміщені в цьому місці. Уникаємо відділення блукаючого нерва, щоб не травмувати поворотний нерв, для чого рекомендують пересікати артеріальну зв'язку [13].

Дистальний анастомоз накладаємо циркулярним обвивним швом пролен 4-0, починаючи з найвіддаленішої від хірурга ділянки з наступним укріпленням його по всьому периметру окремими П-подібними швами з прокладками з тефлону. Серед прийомів, які підвищують герметичність анастомозу, виділяють використання циркулярної широкої латки з тефлону, дворядного шва, загортання адвентиції в середину низхідної аорти з утворенням зміцнюючої дуплікатури, формування анастомозу з невеликим окремим протезом у просвіті низхідної аорти з наступним його вивертанням за правилами класичного elephant trunk [14], місцеву аплікацію клею для реадaptaції шарів аортальної стінки при гострому розшаруванні аорти тощо [15]. Труднощі формування герметичного анастомозу з низхідною аортою стали підставою для Консенсусу експертів Європейських асоціацій кардіоторакальних і судинних хірургів рекомендувати FET при будь-якій патології аорти, яка захоплює дугу [4].

Після завершення дистального анастомозу відновлюємо кровообіг для нижньої половини тіла через стегнову артерію, видаляючи повітря і вимиваючи ймовірний детрит, потім перетискаємо протез над анастомозом і впевнившись в його герметичності розпочинаємо зігрівання хворого до 28 °С.

Імплантація гілок аорти в протез. Наступним етапом пересаджуємо в протез гілки дуги аорти, щоб якнайшвидше відновити повноцінну перфузію всього тіла і розпочати зігрівання хворого. Анастомоз із куксою висхідної аорти і відновлення коронарної перфузії відкладаємо на сам кінець.

За іншим сценарієм після завершення дистального анастомозу пропонують сполучити протез із куксою висхідної аорти, відтак зняти затискач і відновити коронарну перфузію, а анастомоз із судинами дуги відкласти на завершення [17]. Логіка такого підходу полягає в скороченні тривалості аноксії міокарда, оскільки перфузія мозкових судин протягом усієї операції не припиняється. Перешкодою застосування такого сценарію можуть стати незручності накладання анастомозів з дугою через труднощі зміщувати протез, який вже наповнений кров'ю і фіксований до висхідної аорти.

У разі використання лінійного протеза імплантацію судин дуги аорти можна вико-

нати за острівцевою технікою, пересаджуючи в протез площадку аорти з вирізаними гілками дуги одним блоком. Для цього розрізаємо судинний протез уздовж на відстань, яка відповідає розмірам «острівця» (див. рисунок 3). Ми не викроюємо в протезі отвору. Використовуємо пролен 4-0, починаючи лінію швів з найвіддаленішого краю площадки. Техніка «острівця» підкупає ілюзорною легкістю і швидкістю виконання. Проте її реально застосувати за відсутності додаткових надривів інтими на дузі, самостійної аневризми гілок дуги і за умови компактного розміщення гілок дуги одна біля одної.

Мультибраншовий протез порівняно з лінійним має незаперечні переваги при формуванні герметичних анастомозів із судинами дуги аорти, лінія яких є легкодоступною для огляду і за потреби – для додаткового ущільнення. Накладаємо анастомоз кожного відгалуження почергово з кожною артерією дуги кінець до кінця ниткою пролен 5-0. Починаємо з найвіддаленішої від хірурга лівої підключичної артерії, відтак пришиваємо ліву сонну і плече-головну артерію. Довжина бранш дає змогу виконати сполучення із судинами на певній відстані, а не із самим вічком, яке найчастіше буває уражене атеросклерозом або розшароване. Попереднє вимірювання довжини кожного відгалуження дозволяє уникнути їх кінкінгу після остаточного відновлення кровоплину по протезу. За відсутності мультибраншового протеза і умов для застосування техніки «острівця» виходом є використання окремих коротких судинних протезів для анастомозу з кожною судиною окремо і з лінійним протезом. Так було виконано у пацієнта з аневризмою дуги й окремою тромбованою аневризмою плече-головного стовбура. У цього хворого в кінцевому підсумку наклали 11 анастомозів – між артеріями дуги і окремими короткими протезами діаметром 12, 10, 10 і 8 мм відповідно і відтак з основним лінійним протезом. Че-

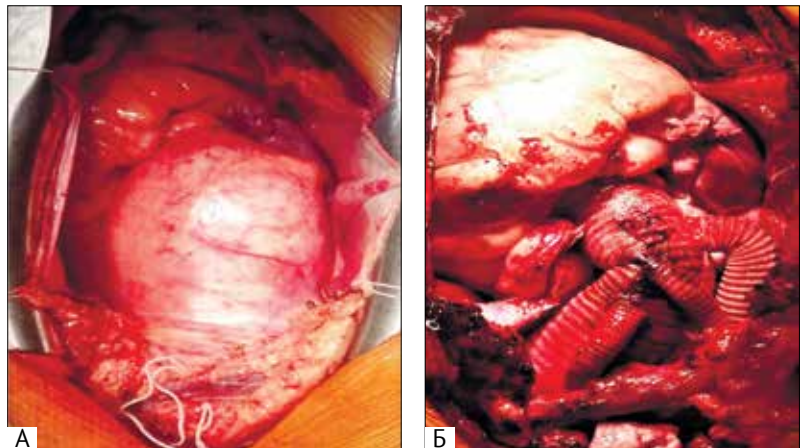


Рисунок 7. Аневризма дуги + самостійна аневризма плече-головного стовбура. Видля до (А) і після (Б) хірургічної корекції

рез самостійну аневризму плече-головного стовбура праві загальну сонну і підключичну артерії довелося сполучати з основним протезом кожну окремо (рисунк 7).

Ще одним технічним розв'язанням у такій ситуації є приготування мультибраншового протеза *ex tempore* на підставі інтраопераційних вимірювань у конкретного хворого [21]. До ери готових фабричних протезів так само чинив Kazui [9].

Останнім анастомозом є сполучення кукси висхідної аорти з протезом. Відновлюємо серцеву діяльність, після деаерації і огляду всіх анастомозів звичайно завершуємо операцію. Наприкінці ревізуємо ліву плевральну порожнину на предмет можливого затікання крові протягом операції.

Висновки

1. Повна заміна дуги аорти залишається травматичною і технічно вимогливою операцією, основними її ризиками є кровотеча та ішемічне ураження головного мозку. Показаннями до повної заміни дуги аорти є атеросклеротична аневризма дуги і гостре розшарування аорти типу А з додатковими розривами інтими в межах дуги.
2. Спосіб заміни дуги – «спочатку низхідна аорта» – передбачає подвійну артеріальну канюляцію, антеградну церебральну перфузію, глибоку гіпотермію з повною зупинкою кровообігу для нижньої половини тіла і застосування мультибраншового протеза.

Список використаних джерел

References

1. Appoo JJ, Pozeg Z. Strategies in the surgical treatment of type A aortic arch dissection. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(2):205-211. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.01.11>
2. Asano M, Okada K, Nakagiri K, Tanaka H, Kawanishi Y, Matsumori M, et al. Total arch replacement for aneurysm of the aortic arch: factors influencing the distal anastomosis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007 Jun;6(3):283-7. <https://doi.org/10.1510/icvts.2006.144428>
3. Bachet J. Open repair techniques in the aortic arch are still superior. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018;7(3):328-44. <https://doi.org/10.21037/acs.2018.05.05>
4. Czerny M, Schmidli J, Adler S, van den Berg JC, Bertoglio L, Carrel T, et al. Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *European J Cardio-Thorac Surg.* 2019 Jan 1;55(1):133-162. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy313>
5. El-Gamel A, Vasudevan T, Parkinson G, Lin Z, VanDenBerg J. Dual side-graft cannulation of the axillary artery and femoral artery for cardiopulmonary bypass in acute type a dissection involving aortic arch. *Heart Lung Circ.* 2015;24:e38-9. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2014.12.080>

6. Iba Y, Minatoya K, Matsuda H, Sasaki H, Tanaka H, Kobayashi J, et al. Contemporary open aortic arch repair with selective cerebral perfusion in the era of endovascular aortic repair. *JTCVS.* 2013;145(3 Suppl):S72-7. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.11.047>
7. Iwasaki H, Satoh H, Ishizaka T, Matsuda H. Outcomes of single-stage total arch replacement via clamshell incision. *J Cardiothorac Surg.* 2011;6:114. <https://doi.org/10.1186/1749-8090-6-114>
8. Jakob H. Frozen elephant trunk in acute type I dissection—a personal view. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013 Sep;2(5):640-1. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.09.21>
9. Kazui T, Washiyama N, Muhammad B., Terada H, Yamashita K, Takinami M, et al. Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg.* 2000;70(1):3-9. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(00\)01535-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(00)01535-6)
10. Lu S, Sun X, Hong T, Yang S, Song K, Lai H, Hu K, Wang C. Bilateral versus unilateral antegrade cerebral perfusion in arch reconstruction for aortic dissection. *Ann Thorac Surg.* 2012;93(6):1917-20. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.02.090>
11. Malvindi PG, Scarscia G, Vitale N. Is unilateral antegrade cerebral perfusion equivalent to bilateral cerebral perfusion for patients undergoing aortic arch surgery? *ICVTS.* 2008;7(5):891-7. <https://doi.org/10.1510/icvts.2008.184184>
12. Manecke GR, Parimucha M, Stratmann G, Wilson WC, Roth DM, Auger WR, et al. Deep hypothermic circulatory arrest and the femoral-to-radial arterial pressure gradient. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004;18(2):175-9. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2004.01.023>
13. Matalanis G, Perera NK, Galvin SD. Aortic arch replacement without circulatory arrest or deep hypothermia: The “branch-first” technique. *JTCVS.* 2015 Feb;149(2 Suppl):S76-82. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.07.100>
14. Minatoya K, Ogino H, Matsuda H, Sasaki H, Yagihara T, Kitamura S. Surgical management of distal arch aneurysm: another approach with improved results. *Ann Thorac Surg.* 2006 Apr;81(4):1353-6; discussion 1356-7. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.08.075>
15. Minatoya K, Ogino H, Matsuda H, Sasaki H. Rapid and safe establishment of cardiopulmonary bypass in repair of acute aortic dissection: improved results with double cannulation. *ICVTS.* 2008 Dec;7(6):951-3. <https://doi.org/10.1510/icvts.2007.171546>
16. Ogino H, Ueda Y, Sugita T, Matsuyama K, Matsubayashi K, Nomoto T, et al. Aortic arch repairs through three different approaches. *European J Cardio-Thorac Surg.* 2001;19(1):25-9. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(00\)00602-3](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(00)00602-3)
17. Okita Y, Okada K, Omura A, Kano H, Minami H, Inoue T, et al. Surgical techniques of total arch replacement using selective antegrade cerebral perfusion. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(2):222-8. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.07>
18. Okita Y, Miyata H, Motomura N, Takamoto S; Japan Cardiovascular Surgery Database Organization. A study of brain protection during total arch replacement comparing antegrade cerebral perfusion versus hypothermic

- circulatory arrest, with or without retrograde cerebral perfusion: Analysis based on the Japan Adult Cardiovascular Surgery Database. *JTCVS*. 2015 Feb;149(2 Suppl):S65-73. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.08.070>
19. LeMaire SA, Weldon SA, Coselli JS. Total aortic arch replacement: current approach using the trifurcated graft technique. *Ann Cardiothoracic Surg*. 2013;2(3):347-52. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.05.02>
 20. Settepani F, Cappai A, Basciu A, Barbone A, Tarelli G. Outcome of open total arch replacement in the modern era. *J Vasc Surg*. 2016;63(2):537-45. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.10.061>
 21. Spielvogel D, Mathur MN, Lansman SL, Griep RB. Aortic arch reconstruction using a trifurcated graft. *Ann Thorac Surg*. 2003;75(3):1034-6. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)04340-0](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)04340-0)
 22. Takagi H, Umemoto T; ALICE Group. A Meta-analysis of total arch replacement with frozen elephant trunk in acute type A aortic dissection. *Vasc Endovascular Surg*. 2016 Jan; 50 (1) :33-46. <https://doi.org/10.1177/1538574415624767>
 23. Tominaga R, Kurisu K, Ochiai Y, Nakashima A, Masuda M, Morita S, Yasui H. Total Aortic Arch Replacement Through the L-incision Approach. *Ann Thorac Surg* 2003;75(1):121-5. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)04300-X](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)04300-X)
 24. Urbanski PP, Siebel A, Zacher M, Hacker RW. Is extended aortic replacement in acute type A dissection justifiable? *Ann Thorac Surg*. 2003;75(2):525-9. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)04378-3](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)04378-3)
 25. Ziganshin BA, Rajbanshi BG, Tranquilli M, Hai Fang, Rizzo JA, Elefteriades JA. Straight deep hypothermic circulatory arrest for cerebral protection during aortic arch surgery: Safe and effective. *JTCVS*. 2014;148(3):888-900. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.05.027>

Total Aortic Arch Replacement: Indications and Technical Considerations of Surgical Management

Kulyk L.¹, Protsyk I.², Beshley D.², Schnaidruk A.², Petsentii V.⁴, Babych A.³

¹Danylo Halytsky National Medical University in Lviv, Lviv, Ukraine

²Lviv Regional Clinical Hospital, Lviv, Ukraine

³Lviv Regional Clinical Treatment and Diagnostic Cardiology Center, Lviv, Ukraine

⁴Volyn Regional Clinical Hospital, Lutsk, Ukraine

Abstract

The total aortic arch replacement is one of the most technically demanding operations, the main risk of which is the intraoperative ischemic lesion of the brain. Despite progress, operating mortality associated with this operation, even at the most renowned specialized centers reaches 7.3%. An alternative to the classic "open" operation is aortic endoprostheses, combined with the procedure of debranching. This approach allows diminishing trauma by reducing the duration of the cardiopulmonary bypass.

The aim. To describe the rational approach for replacing the total aortic arch depending on the diameter of aneurysm, the condition of the arch vessels, and the acuteness of clinical condition.

The main indications for the replacement of the aortic arch are the true atherosclerotic aneurysms, genetic connective tissue diseases (Marfan syndrome), syphilis. The total arch replacement recently becomes more frequent indication for acute type A aortic dissection. The newly introduced strategies of operation and perfusion for total aortic arch replacement are aimed to reduce the risk of neurological complications. This method is named "arch first technique" which gradually replaces the earlier technique, at which the first anastomosis is performed with a descending thoracic aorta. A more traditional method called the "descending aorta first" was selected. A mandatory element of both types of the operation is antegrade cerebral perfusion. The main advantage of this method is maintaining constant perfusion of the brain which significantly reduces the risk of its ischemic damage, avoids deep hypothermia and its negative impact on blood coagulation system. The technique of total arch replacement consists of the following elements: access, double arterial cannulation, the method of brain protection, formation of distal anastomosis with descending thoracic aorta, implantation of arch vessels into the prosthesis. Sequence of anastomosis depends on morphological and clinical peculiarities of the specific case. Changes in the strategy for "open" total aortic arch replacement in various aortic pathologies is discussed based on the author's clinical experience and literature data.

Conclusions. Total aortic arch replacement remains a traumatic and technically demanding operation, the main risks of which are hemorrhage and ischemic brain lesions. The method of arch replacement – "descending aorta first" includes double arterial cannulation, antegrade cerebral perfusion, deep hypothermia with complete blood flow stoppage for the lower half of the body and the use of multi-branch vascular prosthesis.

Keywords: total aortic arch replacement, antegrade cerebral perfusion, profound hypothermia, aortic endoprosthesis.

Стаття надійшла в редакцію 13.07.2020 р.