

**Жеков І. І.**, канд. мед. наук, ст. наук. співробітник відділу хірургічного лікування патології аорти, <https://orcid.org/0000-0002-9785-7777>

**Кравченко В. І.**, канд. мед. наук, завідувач відділення хірургічного лікування патології аорти, <https://orcid.org/0000-0003-4873-5367>

**Саргош О. І.**, лікар-кардіохірург відділення хірургічного лікування патології аорти, <https://orcid.org/0000-0003-1525-038X>

**Зінченко Г. А.**, ст. наук. співробітник відділення екстракорпоральних технологій, <https://orcid.org/0000-0001-8542-0394>

**Руденко А. В.**, д-р мед. наук, академік НАМН України, професор, заступник директора з наукової роботи, <https://orcid.org/0000-0003-1099-1613>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

## Захист головного мозку у пацієнтів з розширенням аорти та ураженням коронарних артерій

### Резюме

**Мета** – порівняти ефективність методів захисту головного мозку та вісцеральних органів під час операцій з приводу аневризми аорти в поєднанні з ураженням коронарних артерій.

**Матеріали та методи.** За період з 2012 по 2020 рік в ДУ «НІССХ ім. М. М. Амосова НАМН України» було виконано 23 операції з приводу розширення аорти типу А та типу ні А, ні В за класифікацією Stanford з ураженням коронарних артерій, під час яких використовували методики захисту головного мозку. З 23 оперативних втручань 16 виконано з приводу гострого розширення аорти типу А за Stanford, 3 – хронічного розширення аорти типу А за Stanford, 1 – підгострого розширення аорти типу А за Stanford, 3 випадки – з приводу ні А, ні В типу за Stanford. Основними причинами розширення аорти були: гіпертонічна хвороба – 16 пацієнтів, синдром Марфана – 3 пацієнти, двостулковий аортальний клапан – 4 пацієнти.

**Результати.** Найбільш загрозливим післяопераційним ускладненням у цій групі пацієнтів є неврологічне ураження, яке спостерігалось у 4 (17 %) пацієнтів після оперативного втручання, з поступовим відновленням функції головного мозку. Також серед ускладнень спостерігались дихальна недостатність у 3 (13 %) пацієнтів, яка потребувала тривалої штучної вентиляції легень (понад 72 години) та в 1 випадку (4,3 %) поліорганна недостатність, яка стала причиною летального наслідку. Таких ускладнень, як ниркова та печінкова недостатність не спостерігалось (імовірно, з причини малої вибірки). Явищ серцевої недостатності також не відзначалось. Госпітальна летальність сягала 4,3 % (1 летальний випадок). У нашому дослідженні, серед всієї групи оперованих пацієнтів симптоми неврологічного ураження виникли у 4 (17,4 %) пацієнтів, геморагічний інсульт був наявний в 1 (4,3 %) пацієнта з обтяженим анамнезом, у 2 пацієнтів (8,6 %) – геміпарез та ще в 1 випадку (4,3 %) мали місце когнітивні порушення.

**Висновки.** Порівнюючи методики захисту головного мозку, враховуючи подовження часу перетискання аорти за рахунок шунтування коронарних артерій порівняно з ізольованим розширенням аорти, можна зробити висновок, що більша тривалість селективної перфузії головного мозку (ретроградної або антеградної) або тривалість циркуляторного аресту частіше призводять до післяопераційних ускладнень, а саме неврологічних уражень.

З іншого боку, невелика кількість спостережень не дає змоги повною мірою оцінити вплив кожної з методик. Подальше спостереження з більшою вибіркою надасть можливості для повнішого оцінювання методів захисту головного мозку при операціях з приводу розширюючих аневризм аорти та уражень коронарних артерій.

**Ключові слова:** аневризма аорти, гостра розширююча аневризма аорти, шунтування коронарних артерій, ішемічна хвороба серця, ішемія головного мозку, дуга аорти, захист міокарда.

**Вступ.** Особливості хірургічної корекції аневризм аорти в поєднанні з ураженням коронарних артерій потребують захисту головного мозку. За даними авторів [2], хірургічне лікування в перші 48 годин зменшує летальність на 40 % при розшируванні аорти з ураженням коронарних артерій. Розширення аорти в поєднанні з ураженням коронарних артерій підвищує ризик оперативного втручання в 9,2 раза порівняно з ізольованими розширеннями аорти, на що вказують дані літератури [3]. Безпосередньою метою хірургічного лікування цієї патології є запобігання ранній смертності від таких ускладнень, як мальперфузійний синдром (гостре порушення мозкового кровообігу та кровообігу вісцеральних органів), гострий коронарний синдром, тампонада перикарда та гостра аортальна недостатність. Lu et al. повідомляють, що частота уражень коронарних артерій при гострому розширенні аорти зустрічається в 24,3 % випадків [1]. Хоча на догоспітальному етапі, лише в 4,6 % випадків на електрокардіограмі були наявні зміни, характерні для ураження коронарних артерій. Незважаючи на сучасне хірургічне втручання та анестезіологічне забезпечення, показники летальності сягають від 2,1 до 33,4 % [2], тому забезпечення захисту головного мозку залишається актуальним питанням. У випадках наявності периферичної мальперфузії при розширенні аорти типу А деякі автори рекомендують черезшкірні втручання для відновлення кровопостачання внутрішніх органів і лише згодом виконувати корекцію розширення аорти [4]. З іншого боку Girardi et al. пропонують негайну корекцію розширення як метод відновлення кровоплину в ішемізованих органах [5]. Як і у випадках периферичної ішемії, варіанти лікування пацієнтів з розширенням аорти та ураженням коронарних артерій наразі є дискутабельними. У нашому дослідженні ми аналізуємо наш досвід лікування пацієнтів з розширенням аорти та ураженням коронарних артерій.

**Мета роботи** – порівняти ефективність методів захисту головного мозку, та вісцеральних органів під час операцій з приводу аневризми аорти в поєднанні з ураженням коронарних артерій.

**Матеріали та методи.** За період з 2012 по 2020 рік в ДУ «НІССХ ім. М. М. Амосова НАМН України» було виконано 23 операції з приводу розширення аорти типу А та типу ні А, ні В за класифікацією Stanford з ураженням коронарних артерій, під час яких використовували методики захисту головного мозку.

Діагностику проводили за допомогою комп'ютерної томографії з внутрішньовенним контрастним підсиленням, враховуючи протипоказання до виконання аортографії при розширенні аорти. Стан коронарного русла оцінювали за шкалою CAD-RADS.

З 23 оперативних втручань 16 виконано з приводу гострого розширення аорти типу А за Stanford, 3 – хронічного розширення аорти типу А за Stanford,

1 – підгострого розширення аорти типу А за Stanford, 3 випадки – за Stanford ні А, ні В типу. Залежно від наявності супутнього ураження аортального клапана використовували оперативні втручання зі збереженням аортального клапана та з протезуванням аортального клапана. Серед оперативних втручань із заміною аортального клапана було виконано 4 втручання, із них операція Бенталла – у 2 випадках (50 %) та операція Wheat – у 2 випадках (50 %). У 19 випадках – зі збереженням аортального клапана, серед яких у 18 випадках супракоронарне протезування висхідної аорти з півдугою та 1 супракоронарне протезування висхідної аорти з протезуванням дуги. Також в одному з цих випадків було виконано додатково каротидно-підключичне шунтування з подальшим ендпротезуванням низхідної аорти.

Основними причинами розширення аорти були: гіпертонічна хвороба – 16 пацієнтів, синдром Марфана – 3 пацієнти, двостулковий аортальний клапан – 4 пацієнти. Вищевказані показники наведені в таблиці 1.

Доопераційна підготовка включала визначення розміру, локалізації аневризми, наявності або відсутності ураження коронарних артерій та аортального клапана. На основі даних обирали тактику лікування.

Хірургічна техніка включала: серединну стернотомію, підготовку нижньої кінцівки до виділення великої підшкірної аутовени для коронарного шунтування, канюляцію стегнової артерії і порожнистих вен для штучного кровообігу, підготовку системи антеградної церебральної перфузії, ретроградної церебральної перфузії, ретроградне та антеградне введення кардіоплегічного розчину. Системна гіпотермія

**Таблиця 1**

*Доопераційні показники*

Показник	Кількість пацієнтів	Відсоток від загальної кількості пацієнтів	
Стать, ч/ж	21/2	91 % / 9 %	
Вік (роки) мін./макс.; mode	32/82	65	
Гіпертонічна хвороба	16	70 %	
Синдром Марфана	3	13 %	
Двостулковий АК	4	17 %	
Тип А за Stanford	20	87 %	
Тип ні А, ні В за Stanford	3	13 %	
Типи операційних втручань	СКПВА з півдугою	18	78 %
	СКПВА з дугою	1	4 %
	Операція Бенталла	2	9 %
	Операція Wheat	2	9 %

*Примітка.* СКПВА – супракоронарне протезування висхідної аорти, АК – аортальний клапан.

Таблиця 2

Інтраопераційні характеристики

Показник	Тривалість операції, М ± SD (хв)	Тривалість ШК, М ± SD (хв)	Перетискання аорти (час ішемії міокарда), М ± SD (хв)	Крововтрата, М ± SD (мл)	Захист ГМ, М ± SD	t °C
Усього	512,97 ± 108,4	298,11 ± 69,1	174,88 ± 44,6	572,22 ± 165,4	–	–
РЦП (хв), n = 18	559,67 ± 100,3	364,73 ± 58,2	166,80 ± 34,9	580,00 ± 141,3	58,00 ± 17,8	22–24
АЦП (хв), n = 1	720	413	269	500	30	25
ЦА (хв), n = 4	444,00 ± 19,2	246,60 ± 35,1	155,60 ± 27,3	750,00 ± 300,0	35,25 ± 9,8	20–22
p value	< 0,001	< 0,001	> 0,05	> 0,05	< 0,01	–

Примітка. РЦП – ретроградна церебральна перфузія, АЦП – антеградна церебральна перфузія, ЦА – циркуляторний арест, ШК – штучний кровообіг, ГМ – головний мозок.

під час основного етапу хірургічного лікування коливалась у межах 28–30 °C. Після закінчення проксимального анастомозу хворого охолоджували до 20–26 °C, знімали затискач з аорти, зупиняли штучний кровообіг та починали ретро- або антеградну перфузію головного мозку, або циркуляторний арест, інспектували дугу аорти щодо наявності фенестрацій у дузі або розшарування брахіоцефальних артерій. Зовнішнє охолодження головного мозку виконували за допомогою охолоджувальних елементів. Серед методів захисту головного мозку та вісцеральних органів ми використовували ретроградну церебральну перфузію (22–24 °C) через систему верхньої порожнистої вени (n = 18) (58 ± 17,8 хв), циркуляторний арест (20–22 °C) (n = 4) (35,25 ± 9,8 хв) та антеградну церебральну перфузію в усі судини дуги аорти (25–26 °C) (n = 1) (30 хв). Обов'язковим етапом було підтримання часткової перфузії через стегнову артерію для забезпечення кровопостачання вісцеральних органів. Після виконання дистального анастомозу зупиняли анте- або ретроградну перфузію головного мозку та відновлювали штучний кровообіг, розпочинали поетапне відновлення температури тіла пацієнта до 36,6 °C. У таблиці 2 вказані основні інтраопераційні показники з позначенням діапазону та середнього значення. Статистичний аналіз проводили за допомогою програми Excel, методом підрахунку критерію Стюдента для незалежних вибірок. Перевірку на нормальність вибірки проводили за допомогою критерію Пірсона.

Системне охолодження організму до 20–26 °C потенціє дію кардіоплегічного розчину, тим самим підсилює та подовжує захист міокарда. Це є необхідним за умови виконання аортокоронарного шунтування після виконання корекції розшарування аорти. Ускладнення, котрі виникли в періопераційному періоді представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Періопераційні ускладнення

Показник	РЦП (n = 18)	ЦА (n = 1)	АЦП (n = 4)
Неврологічне ураження	4 (22 %)	–	–
Дихальна недостатність	2 (11 %)	–	1 (25 %)
Поліорганна недостатність	1 (5,6 %)	–	–

**Результати та їх обговорення.** Найбільш загрозливим післяопераційним ускладненням у цій групі пацієнтів є неврологічне ураження, яке спостерігалось у 4 (17 %) пацієнтів після оперативного втручання, з поступовим відновленням функції головного мозку. Також серед ускладнень відзначали дихальну недостатність у 3 (13 %) пацієнтів, яка потребувала тривалої штучної вентиляції легень (понад 72 години), та в 1 випадку (4,3 %) поліорганна недостатність, яка стала причиною летального наслідку. Таких ускладнень, як ниркова та печінкова недостатність не спостерігалось (імовірно, з причини малої вибірки). Явищ серцевої недостатності також не фіксували. За даними літератури, загальна смертність у такої групи пацієнтів сягає від 13,6 до 20,6 %, а явища тимчасових неврологічних уражень виникають у 7,1–8,1 %, постійних неврологічних уражень – у 3,6–5,4 % [1]. У нашому випадку госпітальна летальність становила 4,3 % (1 летальний випадок). Li J. et al. (2019) вказують на частоту інсульту 2,1 % та параплегії 3,4 % при протезуванні дуги аорти [6]. А в дослідженнях Preventza et al. та Matsuura et al. [7, 8] представлені чіткі докази того, що інсульт виникає насамперед у пацієнтів із супутнім коронарним шунтуванням, цереброваскулярними дефектами в анамнезі або нещодавно виявленою миготливою аритмією. У нашому дослідженні серед всієї групи

оперованих пацієнтів симптоми неврологічного ураження виникли у 4 (17,4 %) пацієнтів, геморагічний інсульт – в 1 (4,3 %) пацієнта з обтяженим анамнезом, у 2 пацієнтів (8,6 %) був наявний геміпарез та ще в 1 випадку (4,3 %) мали місце когнітивні порушення.

Вибір методики захисту головного мозку передусім залежить від очікуваного часу формування дистального анастомозу. Для захисту головного мозку ми використовували методики ретроградної церебральної перфузії (через систему верхньої порожнистої вени) у 18 випадках, антеградної церебральної перфузії (перфузія проводилась шляхом канюляції та перфузії всіх судин дуги аорти) в 1 випадку та повної зупинки кровообігу (циркуляторного аресту) в 4 випадках. Серед варіантів антеградної церебральної перфузії думки різних авторів розходяться. Так, Urbanski et al. використовують лише унілатеральну антеградну церебральну перфузію та мають гарні результати [9]. Водночас метааналіз Angeloni et al. вказує на те, що немає значущої різниці між використанням унілатеральної та білатеральної церебральної перфузії, якщо час перфузії менше ніж 40 хв та при 28 °C [10]. Ми використовуємо селективну антеградну церебральну перфузію у випадках, коли очікуваний час реконструкції дуги перевищує 40 хв. В усіх інших випадках виконуємо циркуляторний арест або ретроградну церебральну перфузію.

Позитивний неврологічний результат залежить від трьох основних компонентів: церебральної температури, часу зупинки кровообігу та церебральної перфузії під час зупинки кровообігу. Дотримання алгоритму інтраопераційного ведення захисту головного мозку надало певні позитивні результати у відновленні функцій вищої нервової системи.

**Висновки.** Порівнюючи методики захисту головного мозку, враховуючи подовження часу перетискання аорти за рахунок шунтування коронарних артерій порівняно з ізольованим розшаруванням аорти, можна зробити висновок, що більша тривалість селективної перфузії головного мозку (ретроградної або антеградної) або тривалість циркуляторного аресту частіше призводять до післяопераційних ускладнень, а саме неврологічних уражень.

З іншого боку, невелика кількість спостережень не дає змоги повною мірою оцінити вплив кожної з методик. Подальше спостереження з більшою вибіркою надасть можливість для повнішого оцінювання методів захисту головного мозку при операціях з приводу розшаровуючих аневризм аорти та уражень коронарних артерій.

## Список використаних джерел

### References

1. Lu S, Zhao Y, Song K, Yao W, Kang L, Li J, et al. Long-Term Outcomes of Surgical Treatment for Acute Type-A Aortic Dissection with Coronary Artery Involvement. *Int Heart J.* 2021;62(5):1069-75. <https://doi.org/10.1536/ihj.20-821>
2. Abe T, Yamamoto H, Miyata H, Motomura N, Tokuda Y, Tanemoto K, et al. Patient trends and outcomes of surgery for type A acute aortic dissection in Japan: an analysis of more than 10 000 patients from the Japan Cardiovascular Surgery Database. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2020;57(4):660-7. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezz323>
3. Zhang K, Dong SB, Pan XD, Lin Y, Zhu K, Zheng J, et al. Concomitant coronary artery bypass grafting during surgical repair of acute type A aortic dissection affects operative mortality rather than midterm mortality. *Asian J Surg.* 2021;44(7):945-51. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.01.031>
4. Patel HJ, Williams DM, Dasika NL, Suzuki Y, Deeb GM. Operative delay for peripheral malperfusion syndrome in acute type A aortic dissection: a long-term analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135(6):1288-95; discussion 1295-6. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2008.01.026>
5. Girardi LN, Krieger KH, Lee LY, Mack CA, Tortolani AJ, Isom OW. Management strategies for type A dissection complicated by peripheral vascular malperfusion. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(4):1309-14; discussion 1314. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2003.09.056>
6. Li J, Yang L, Wang G, Wang Y, Wang C, Shi S. Severe systemic inflammatory response syndrome in patients following Total aortic arch replacement with deep hypothermic circulatory arrest. *J Cardiothorac Surg.* 2019;14(1):217. <https://doi.org/10.1186/s13019-019-1027-3>
7. Preventza O, Garcia A, Cooley DA, Haywood-Watson RJ, Simpson K, Bakaeen FG, et al. Total aortic arch replacement: A comparative study of zone 0 hybrid arch exclusion versus traditional open repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;150(6):1591-8; discussion 1598-600. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.08.117>
8. Matsuura K, Ogino H, Matsuda H, Minatoya K, Sasaki H, Yagihara T, et al. Multivariate analysis of predictors of late stroke after total aortic arch repair. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;28(3):473-7. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.05.016>
9. Urbanski PP, Thamm T, Bougioukakis P, Irimie V, Prasad P, Diegeler A, et al. Efficacy of unilateral cerebral perfusion for brain protection in aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;159(2):365-71.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.02.039>
10. Angeloni E, Melina G, Refice SK, Roscitano A, Capuano F, Comito C, et al. Unilateral Versus Bilateral Antegrade Cerebral Protection During Aortic Surgery: An Updated Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2015;99(6):2024-31. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.01.070>



## Brain Protection in Patients with Aortic Dissection and Coronary Artery Disease

Ihor I. Zhekov, Vitalii I. Kravchenko, Oleh I. Sarhosh, Genadii A. Zinchenko, Anatolii V. Rudenko

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### Abstract

**The aim.** To compare the effectiveness of methods of protecting the brain and visceral organs during operations for aortic aneurysms combined with coronary artery lesions.

**Materials and methods.** In the period from 2012 to 2020, 23 patients with Stanford type A and non-A non-B aortic dissection with damage to the coronary arteries were operated at the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the NAMS of Ukraine using the brain protection techniques. Out of 23 surgical interventions, 16 were performed for Stanford type A acute aortic dissection, 3 for Stanford type A chronic aortic dissection, 1 for Stanford type A subacute aortic dissection, and 3 for Stanford non-A non-B aortic dissection. The main causes of aortic dissection were hypertension (16 patients), Marfan syndrome (3 patients), bicuspid aortic valve (4 patients).

**Results.** The most threatening postoperative complication in this group of patients is neurological damage, which was observed in 4 (17%) patients after surgery, with gradual recovery of brain function. Also, the complications observed were respiratory failure in 3 (13%) patients, which required long-term artificial ventilation (more than 72 hours), and multiple organ failure in 1 (4.3%) patient, which caused a fatal outcome. Complications such as kidney and liver failure were not observed (most likely due to the small sample size). Heart failure was not noted as well. Hospital mortality was 4.3% (1 fatal case). In our study, among the entire group of operated patients, symptoms of neurological damage occurred in 4 (17.4%) patients, hemorrhagic stroke was present in 1 (4.3%) patient with a complicated medical history, 2 (8.6%) patients had hemiparesis and in 1 case (4.3%) there were cognitive disorders.

**Conclusions.** Comparing brain protection techniques, taking into account the prolongation of aortic clamping time due to coronary artery shunting compared to isolated aortic dissection, it can be concluded that longer duration of selective brain perfusion (retrograde or antegrade) or duration of circulatory arrest more often lead to postoperative complications, namely neurological lesions.

On the other hand, the small number of observations does not make it possible to fully assess the impact of each of the techniques. Further follow-up with a larger sample will provide opportunities for a more complete evaluation of brain protection techniques in operations for dissecting aortic aneurysms and coronary artery lesions.

**Keywords:** *aortic aneurysm, acute dissecting aortic aneurysm, coronary artery bypass grafting, coronary heart disease, cerebral ischemia, aortic arch, protection of the myocardium.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 24.07.2022

Після доопрацювання / Revised: 16.09.2022

Прийнято до друку / Accepted: 21.09.2022