

<https://doi.org/10.30702/ujcvs/21.4203/t004070-074/089.844>

УДК 616.132.1-053.2-089.844

Труба Я. П.¹, канд. мед. наук, завідувач відділу хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0001-5214-408X>

Дзюрий І. В.¹, лікар-кардіохірург відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0002-1073-7060>

Мотречко О. О.², ендovasкулярний хірург, відділення інтервенційної кардіології, <https://orcid.org/0000-0002-0716-8450>

Головенко О. С.¹, канд. мед. наук, провідний науковий співробітник відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0001-6002-3325>

¹ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

²ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України», м. Київ, Україна

Реконструкція дуги аорти через лівосторонню торакотомію у пацієнтів з ізольованою коарктацією та гіпоплазією дуги аорти

Резюме

Вибір хірургічного доступу для реконструкції гіпоплазії дуги аорти є досить суперечливим питанням. Традиційно, для корекції коарктації аорти з гіпоплазією одного чи декількох сегментів дуги використовують лівосторонню задньобоківу торакотомію. Однак протягом останніх років усе більше клінік почали широко застосовувати серединну стернотомію для хірургічного лікування гіпоплазії дуги аорти.

Мета роботи – провести аналіз безпосередніх і віддалених результатів хірургічного лікування ізольованої гіпоплазії дуги аорти у немовлят через лівосторонню торакотомію.

Матеріали та методи. За період з 2010 по 2019 рік у ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» та ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України» 159 немовлятам з коарктацією та гіпоплазією одного чи кількох сегментів дуги аорти проведено реконструкцію дуги аорти. У дослідження увійшли тільки пацієнти з двошлуночковою фізіологією і подальшою двошлуночковою корекцією. Пацієнтів чоловічої статі було 108 (68 %), жіночої – 51 (32 %). Середній вік пацієнтів становив $2,4 \pm 0,9$ міс., середня маса тіла – $4,7 \pm 2,0$ кг. Основним методом діагностики у визначенні вад та оцінювання безпосередніх і віддалених результатів було ехокардіографічне дослідження. Групу дослідження становили 155 пацієнтів (97,5 %), у яких реконструкцію дуги аорти проводили через лівосторонню торакотомію, у решти 4 пацієнтів (2,5 %) операції виконували через серединну стернотомію.

Результати. Госпітальна летальність становила 0,6 % ($n = 1$). Тривалість операції в середньому – 126 ± 40 хв, час перетискання аорти – $24,7 \pm 5,1$ хв. Середня тривалість штучної вентиляції легень після операції – $41 \pm 15,9$ год.

Тривалість періоду віддаленого спостереження сягала від 1 місяця до 13 років. У віддаленому періоді летальних випадків не було зафіксовано. У 10 (6,4 %) пацієнтів у післяопераційному періоді розвинувся рестеноз на дузі аорти. У 8 пацієнтів звуження було усунуто ендovasкулярно, шляхом балонної дилатації. Ще двом пацієнтам виконали повторну пластику дуги аорти із серединного доступу в умовах штучного кровообігу. Випадків компресії трахеї, головних бронхів, неврологічних ускладнень у віддаленому періоді не відзначено.

Висновки. Реконструкція гіпоплазії дуги аорти через лівосторонню торакотомію є ефективним і безпечним методом лікування у немовлят з добрими безпосередніми і віддаленими результатами. Проведене дослідження засвідчує, що ця хірургічна стратегія може бути використана у більшості пацієнтів з гіпоплазією перешийка та дистальної дуги аорти.

Ключові слова: гіпоплазія дуги аорти, лівостороння торакотомія, немовлята.

Вступ. Хірургічне лікування ізольованої коарктації аорти у немовлят з роками продовжує вдосконалюватись і на сьогодні більшість кардіохірургічних клінік демонструють добрі безпосередні і віддалені результати. Що стосується гіпоплазії дуги аорти, яка досить часто супроводжує коарктацію аорти, перед кардіохірургами постає багато суперечливих питань, одним з яких є вибір доступу для реконструкції дуги аорти. Такий вибір базується на основі оцінювання передопераційних даних ехокардіографії про ступінь гіпоплазії дуги аорти. Традиційна лівостороння торакотомія є стандартом при ізольованій реконструкції дуги аорти, особливо при коарктації аорти і гіпоплазії дистального відділу дуги [1]. У разі такого доступу не використовується штучний кровообіг, що запобігає можливому негативному впливу на центральну нервову систему немовлят. Виражена ж гіпоплазія всіх сегментів дуги аорти (тубулярна гіпоплазія) змушує віддавати перевагу серединній стернотомії в умовах штучного кровообігу. Літературні дані свідчать, що є прихильники хірургічної корекції гіпоплазії дуги аорти з бокового доступу навіть при гіпоплазії проксимального відділу. При цьому свідомо залишається той чи інший ступінь обструкції з огляду на подальший ріст гіпоплазованого сегмента [2]. Велика кількість повторних оперативних втручань через розвиток рестенозу в місці реконструкції дуги аорти з різних доступів, особливо у немовлят, зумовлює постійні суперечки щодо вибору оптимального хірургічного доступу [3].

Мета роботи – провести аналіз безпосередніх і віддалених результатів хірургічного лікування ізольованої гіпоплазії дуги аорти у немовлят через лівосторонню торакотомію.

Матеріали та методи дослідження. За період з 2010 по 2019 рік у ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» та ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України» 159 немовлятам з коарктацією та гіпоплазією одного чи кількох сегментів дуги аорти проведено реконструкцію дуги аорти. У дослідження увійшли тільки пацієнти з двошлуночковою фізіологією і подальшою двошлуночковою корекцією. Пацієнтів чоловічої статі було 108 (68 %), жіночої – 51 (32 %). Середній вік пацієнтів становив $2,4 \pm 0,9$ міс., середня маса тіла – $4,7 \pm 2,0$ кг. Середня площа поверхні тіла – $0,27 \pm 0,13$ м².

Усім пацієнтам перед операцією, інтраопераційно та у післяопераційному періоді виконували загальноклінічні, біохімічні, бактеріологічні дослідження, записували електрокардіографію, виконували рентгенографію органів грудної клітки в прямій проекції. Основним методом діагностики у визначенні вади та оцінювання безпосередніх і віддалених результатів було ехокардіографічне (ЕхоКГ) дослідження, що дало змогу оцінити морфологію, кінетику структур серця,

Таблиця 1

Розміри сегментів дуги аорти до операції

Дуга аорти	Дуга аорти, мм	Z-score
Сегмент А	$2,2 \pm 0,8$	$-6,4 \pm 1,7$
Сегмент В	$5,3 \pm 3,4$	$-2,0 \pm 0,3$
Сегмент С	$6,0 \pm 1,8$	$-2,6 \pm 1,4$

стан гемодинаміки, а також анатомію дуги аорти та коронарних артерій. Під час проведення ЕхоКГ вимірювали кожний сегмент дуги аорти. Крім сегментарного підходу для виявлення гіпоплазії дуги аорти, використовували калькулятор Z-score, який враховує вираженість гіпоплазії дуги аорти за відхиленням від нормальних показників. Гіпоплазованим сегмент дуги аорти вважали, якщо відхилення Z-score становило менше $-2,0$. Середні значення розмірів сегментів дуги аорти та відхилення від нормальних значень за шкалою Z-score представлено в таблиці 1.

Середній градієнт тиску в місці звуження до операції становив $54,6 \pm 21,3$ мм рт. ст. Середній показник фракції викиду лівого шлуночка – 61 ± 14 %.

У 155 пацієнтів (97,5 %) реконструкцію дуги аорти проводили через лівосторонню торакотомію. Ці пацієнти увійшли у групу дослідження. У решти 4 пацієнтів (2,5 %) операції виконували через серединну стернотомію.

Перед оперативним лікуванням 29 пацієнтам досліджуваної групи (18,7 %) була проведена рентгеноваскулярна дилатація в місці максимального звуження дуги аорти. Проте в період від 2 тижнів до 5 місяців після дилатації всім пацієнтам було виконано оперативне лікування.

Операції через лівосторонню задньобоківу торакотомію проводили по третьому міжреберному проміжку. Мобілізували дугу аорти до брахіоцефального стовбура, ліву підключичну артерію, ліву загальну сонну артерію, проксимальний відділ низхідної аорти. Відкрити артеріальну протоку перев'язували та відсікали. Для кращої мобілізації низхідної аорти прошивали та відсікали 1–3 пари міжреберних артерій. Проксимально накладали судинний затискач безпосередньо після брахіоцефального стовбура в ділянці сегмента С дуги аорти, частково відтискаючи висхідну аорту. При цьому контролювали інвазивний тиск на правій променевої артерії, що є показником адекватного кровоплину в брахіоцефальному стовбурі. Ділянку звуження видаляли з ретельним висіченням дуктальних тканин. Розріз дуги аорти виконували в поздовжньому напрямку від низхідної до висхідної ділянки по малій кривизні. Пластику дуги аорти виконували за методиками розширеного анастомозу «кінець у кінець» або «кінець у бік» за методикою «aortic arch advancement».

Таблиця 2

Середні значення періопераційних показників

Показник	Середнє значення (\pm SD)
Тривалість операції, хв	126 \pm 40
Час перетискання аорти, хв	24,7 \pm 5,1
Тривалість ШВЛ, год	41 \pm 15,9
Перебування у відділенні реанімації та інтенсивної терапії, дів	5,7 \pm 3,1

Примітка. ШВЛ – штучна вентиляція легень.

Результати та обговорення. Госпітальна летальність становила 0,6 % ($n = 1$). Пацієнт К., віком 6 дів поступив з діагнозом «коарктація аорти з гіпоплазією сегментів В і С дуги аорти». Післяопераційний період ускладнився розвитком двосторонньої пневмонії, що і стало причиною летального наслідку на 21-у добу після проведення оперативного втручання.

Показники періопераційного періоду представлені в таблиці 2.

При виконанні ЕхоКГ перед виписуванням градієнт тиску на місці пластики дуги аорти в середньому досягав 16,4 \pm 8,0 мм рт. ст. Середнє значення фракції викиду лівого шлуночка становило 66,5 \pm 6 %. Стенозування трахеї та головних бронхів у ранньому післяопераційному періоді не було. Ускладнення раннього післяопераційного періоду представлені в таблиці 3.

Джерелом кровотечі та реторакотомії в ранньому післяопераційному періоді була лінія шва по малій кривизні дуги аорти. Причини кровотеч було успішно усунуто шляхом накладання додаткових швів. Пролонгована вентиляція пацієнтів була пов'язана із запальним процесом у легенях, причому у трьох пацієнтів із семи вже на доопераційному етапі відзначалися ознаки внутрішньоутробної пневмонії. Гостре порушення мозкового кровообігу розвинулося в одного пацієнта в доопераційному періоді після рентгеноваскулярної дилатації звуження. Після консервативного лікування було проведено реконструкцію дуги аорти з бокового доступу в плановому порядку.

За даними ЕхоКГ, яку виконували планово протягом 24 год з моменту операції, відзначено достовірне зниження градієнта тиску на дузі аорти з 31,8 \pm 16,2 до 20,5 \pm 4,9 ($p < 0,05$), а також підвищення фракції викиду лівого шлуночка від 57,9 \pm 14,1 до 67 \pm 5,7 % ($p < 0,05$). Дані ЕхоКГ пацієнтів на різних етапах лікування наведено в таблиці 4.

Як видно з таблиці 4, після хірургічної корекції дуги аорти відзначалися добрі безпосередні та віддалені результати відносно градієнта тиску на дузі аорти. Фракція викиду лівого шлуночка відновилася після оперативного втручання у всіх пацієнтів і в подальшо-

Таблиця 3

Ускладнення госпітального етапу

Ускладнення	n	%
Пролонгована ШВЛ (> 7 дів)	7	4,5
Реторакотомія з приводу кровотечі	2	1,2
ГПМК	1	0,6
Парез діафрагми (плікація)	2	3,8
Усього	12	10,1

Примітка. ГПМК – гостре порушення мозкового кровообігу.

Таблиця 4

Післяопераційні показники ЕхоКГ на різних етапах лікування

Термін спостереження	Середні показники ЕхоКГ	
	Градієнт тиску на дузі аорти, мм рт. ст.	Фракція викиду лівого шлуночка, %
Безпосередньо після операції	16,4 \pm 8,0	66,5 \pm 6,0
Через 6 міс. після операції	14,7 \pm 6,0	67 \pm 4,7
Через 3 роки після операції	15,4 \pm 6,4	68 \pm 3
Через 5 років після операції	14,2 \pm 3,8	67 \pm 4,3

му зберігалася на достатньому рівні, що підтверджує ефективність цього методу лікування.

Тривалість періоду спостереження становила від 1 місяця до 13 років. У віддаленому періоді летальних випадків не було зафіксовано. У 10 (6,4 %) пацієнтів у післяопераційному періоді розвинувся рестеноз на дузі аорти. У 8 пацієнтів звуження було усунуто ендovasкулярно, шляхом балонної дилатації в період від 1 до 4 місяців. Одному пацієнту виконали балонну дилатацію рестенозу, а потім повторну пластику дуги аорти хірургічним шляхом з задньобоквої торакотомії через 1 і 2 міс. після оперативного втручання відповідно. Ще двом пацієнтам через 4 міс. та 7,5 року відповідно після первинного втручання виконали повторну пластику дуги аорти із серединного доступу в умовах штучного кровообігу, причому одному пацієнту виконали пластику дуги аорти аутоперикардіальною латкою, іншому – репластику дуги аорти з розширеним анастомозом. У решти пацієнтів у віддаленому періоді гемодинамічно значущого градієнта тиску в місці реконструкції дуги аорти не відзначено (див. таблицю 3). Компресії трахеї та головних бронхів у віддаленому періоді не виявлено. Свобода від повторних втручань (як ендovasкуляр-

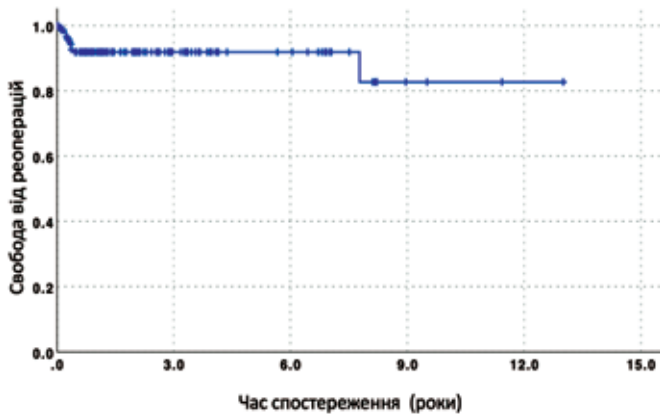


Рисунок 1. Свобода від реоперацій у пацієнтів після корекції ізольованої гілоплазії дуги аорти через лівосторонню торакотомію у віддаленому періоді

них, так і оперативних) у віддаленому періоді представлена на рисунку 1.

За даними аналізу Kaplan – Meier показник кумулятивної частки пацієнтів без повторних операцій у віддаленому періоді спостереження через 6 місяців становив 91,9 %, через 7,7 року – 82,7 %.

Вибір доступу при реконструкції ізольованої гілоплазії дуги аорти залишається дискусійним. Деякі автори є прихильниками лівостороннього доступу з розширеною реконструкцією дуги аорти «кінець у кінець», навіть при гілоплазії проксимальної дуги, показуючи добрі безпосередні і віддалені результати [4]. За такої тактики важливим питанням є потенційний ріст проксимальної дуги аорти, адже в більшості випадків адекватно виконати реконструкцію проксимального відділу дуги аорти з бокового доступу неможливо. Залишаючи обструкцію на цьому рівні, автори показують можливість росту гілоплазованого сегмента з часом [5]. Ряд авторів є прихильниками середнього доступу з виконанням реконструктивних операцій на дузі аорти в умовах штучного кровообігу, показуючи меншу кількість повторних втручань у віддаленому періоді [3, 5]. Наше дослідження засвідчує можливість успішного хірургічного лікування ізольованої гілоплазії дуги аорти з бокового доступу, навіть при гілоплазії проксимального відділу дуги аорти. Відсоток реоперацій у досліджуваній групі не є вищим порівняно з літературними даними про реінтервенції після реконструкції дуги аорти із середнього доступу [6, 7]. Важливим питанням віддаленого періоду є артеріальна гіпертензія. Протягом багатьох років відомо, що пацієнти, яким у неонатальному періоді виконували хірургічну корекцію коарктації аорти, особливо з гілоплазією дуги аорти, мали артеріальну гіпертензію. Причинами розвитку такого ускладнення вважають резидуальну обструкцію на рівні дуги

аорти, неоптимальну і незвичну геометричну форму дуги аорти після реконструкції та не до кінця вивчені нейрогуморальні механізми [8].

Випадки наростання градієнта тиску в післяопераційному періоді і повторні втручання (як ендovasкулярні, так і хірургічні) в досліджуваній групі були пов'язані з недостатнім видаленням дуктальних тканин у місці пластики дуги аорти.

Висновки

Реконструкція гілоплазії дуги аорти через лівосторонню торакотомію є ефективним і безпечним методом лікування у немовлят з добрими безпосередніми і віддаленими результатами. Проведене дослідження вказує на те, що ця хірургічна стратегія може бути використана у більшості пацієнтів з гілоплазією перешийка та дистальної дуги аорти. Частота рестенозів у віддаленому періоді показує доцільність виконання пластики дуги аорти через серединну стернотомію при вираженій тубулярній гілоплазії з поширенням на проксимальну дугу аорти.

Список використаних джерел

References

1. Gropler MRF, Marino BS, Carr MR, Russell WW, Gu H, Eltayeb OM, Mongé MC, Backer CL. Long-Term Outcomes of Coarctation Repair Through Left Thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2019 Jan;107(1):157-164. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.07.027>
2. Dharmapuram AK, Ramadoss N, Verma S, Vejedla G, Ivatury RM. Early outcomes of modification of end to side repair of coarctation of aorta with arch hypoplasia in neonates and infants. *Ann Pediatr Cardiol.* 2018;11(3):267-274. https://doi.org/10.4103/apc.APC_5_18
3. Kotani Y, Anggriawan S, Chetan D, Zhao L, Liyanage N, Saedi A, Mertens LL, Calderone CA, Van Arsdell GS, Honjo O. Fate of the hypoplastic proximal aortic arch in infants undergoing repair for coarctation of the aorta through a left thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2014;98(4):1386-93. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.05.042>
4. Ramachandran P, Khoury PR, Beekman RH, Michelfelder EC, Manning PB, Tweddell JS, Cnota JF. Preoperative Aortic Arch Size and Late Outcome After Coarctation Repair by Lateral Thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(2):575-580. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.03.084>
5. Brouwer MH, Cromme-Dijkhuis AH, Ebels T, Eijgelaar A. Growth of the hypoplastic aortic arch after simple coarctation resection and end-to-end anastomosis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 1992 Aug;104(2):426-33. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(19\)34799-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(19)34799-3)
6. Tsang V, Haapanen H, Neijenhuis R. Aortic Coarctation/Arch Hypoplasia Repair: How Small Is Too Small. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2019;22:10-13. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2019.02.011>
7. Callahan CP, Saudek D, Creighton S, Kuhn EM, Mitchell ME, Tweddell JS, Woods RK. Proximal Arch in Left Thoracotomy Repair of Neonatal and Infant Coarctation-How Small Is Too Small? *World J Pediatr*

Congenit Heart Surg. 2019;10(4):469-474. <https://doi.org/10.1177/2150135119852329>

8. Rakhra SS, Lee M, Iyengar AJ, Wheaton GR, Grigg L, Konstantinov IE, Brizard CP, d'Udekem Y. Poor outcomes after surgery for coarctation repair with hypoplastic arch

warrants more extensive initial surgery and close long-term follow-up. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013 Jan;16(1):31-6. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivs301>

Reconstruction of the Aortic Arc through Left Thoracotomy in Patients with Isolated Coarctation and Aortic Arch Hypoplasia

Truba Y.¹, Dziuryi I.¹, Motrechko O.², Golovenko O.¹

¹National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Ukrainian Children's Cardiac Center, Kyiv, Ukraine

Abstract

Background. The choice of surgical approach for the reconstruction of aortic arch hypoplasia is a rather controversial issue. Traditionally, left lateral thoracotomy is used to correct aortic coarctation with hypoplasia of one or more arc segments. However, in recent years, more and more clinics have begun widespread use of median sternotomy for the surgical treatment of aortic arch hypoplasia. The purpose of the research was to analyze the immediate and long-term results of surgical treatment of isolated hypoplasia of the aortic arch in infants through left thoracotomy.

Materials and methods. From 2010 to 2019, 159 infants with coarctation and hypoplasia of one or more segments of the aortic arch underwent reconstruction of the aortic arch at the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the NAMS of Ukraine and Ukrainian Children's Cardiac Center. The study included only patients with biventricular physiology and subsequent biventricular correction. There were 108 male patients (68%) and 51 female patients (32%). The mean age of the patients was 2.4 ± 0.9 months, the mean body weight was 4.7 ± 2.0 kg. The main method of diagnosis, i.e. determining the defect and assessing the immediate and long-term results, was echocardiographic examination. The study group consisted of 155 patients (97.5%) in whom the reconstruction of the aortic arch was performed through left thoracotomy, in the remaining 4 patients (2.5%) the intervention was performed through median sternotomy.

Results. In-hospital mortality was 0.6% ($n = 1$). The average time of the operation was 126 ± 40 minutes, the aortic cross-clamp time was 24.7 ± 5.1 minutes. The mean duration of mechanical ventilation after the surgery was 41 ± 15.9 hours.

The mean follow-up period ranged from 1 month to 13 years. There were no deaths in the long-term period. Ten (6.4%) patients developed aortic arch restenosis in the postoperative period. In 8 patients, the narrowing was treated by endovascular dilatation. Two patients underwent repeated aortic arch repair using median sternotomy. There were no cases of compression of the trachea, main bronchi, neurological complications in the follow-up period.

Conclusions. Reconstruction of the aortic arch hypoplasia through left thoracotomy is an effective and safe treatment option in infants associated with good immediate and long-term results. The study indicates that this surgical strategy can be used in most patients with hypoplasia of the isthmus and distal aortic arch.

Keywords: *hypoplasia of the aortic arch, left thoracotomy, infants.*

Стаття надійшла в редакцію 13.01.2021 р.