

## Реконструкція дуги аорти у пацієнтів із транспозицією магістральних артерій: результати одноетапної корекції

Я. П. Труба<sup>1</sup>, М. П. Радченко<sup>2</sup>, І. В. Дзюрий<sup>1</sup>, О. С. Головенко<sup>1</sup>, В. В. Лазорининець<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України, м. Київ,

<sup>2</sup>Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії, м. Київ

## Reconstruction of aortal arch in patients with transposition of the main arteries: results of a one-stage correction

Ya. P. Truba<sup>1</sup>, M. P. Radchenko<sup>2</sup>, I. V. Dzyurii<sup>1</sup>, O. S. Golovenko<sup>1</sup>, V. V. Lazoryshynets<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery, Kyiv,

<sup>2</sup>Scientific-Practical Medical Centre of Pediatric Cardiology and Cardio-Surgery, Kyiv

### Реферат

**Мета.** Проаналізувати безпосередні й віддалені результати одноетапного хірургічного лікування транспозиції магістральних артерій у поєднанні з обструкцією на рівні дуги аорти.

**Матеріали і методи.** За період із 2010 по 2019 р. у Національному інституті серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України та Науково-практичному медичному центрі дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України 52 немовлятам виконано одноетапну корекцію транспозиції магістральних артерій з обструкцією на рівні дуги аорти. У дослідження залучені тільки пацієнти з двошлуночковою фізіологією і подальшою двошлуночковою корекцією. Хлопчиків було 35 (67,3%), дівчаток – 17 (32,7%). Середній вік пацієнтів – (0,6 ± 0,3) міс, середня маса тіла – (3,6 ± 0,8) кг. Основним методом діагностики у визначенні вади та оцінки безпосередніх і віддалених результатів було ехокардіографічне обстеження. У 24 (46,2%) пацієнтів під час реконструкції дуги аорти було проведено селективну антеградну церебральну перфузію.

**Результати.** Лікарняна смертність становила 3,8% (n=2). Тривалість штучного кровообігу в середньому становила (194,3 ± 73,1) хв, перетискання аорти – (108,5 ± 35,6) хв, селективної церебральної перфузії – (19,6 ± 7,2) хв. У ранньому післяопераційному періоді 6 (11,5%) пацієнтів були з розведеною грудниною. Середній термін спостереження у віддаленому періоді становив (3,7 ± 2,8) року (від 1 міс до 9,1 року). У віддаленому періоді померла 1 дитина. У 5 (9,6%) пацієнтів у післяопераційному періоді розвинувся рестеноз на дузі аорти, який успішно був вилікуваний ендovasкулярно шляхом балонної дилатації у 3 пацієнтів, двом виконали повторну пластику дуги аорти хірургічним шляхом. Компресії трахеї, головних бронхів, неврологічних ускладнень у віддаленому періоді не спостерігали.

**Висновки.** Одноетапна корекція транспозиції магістральних артерій у поєднанні з гіпоплазією дуги аорти – ефективний і безпечний метод лікування немовлят із добрими безпосередніми й віддаленими результатами. Проведене дослідження дає підставу вважати дану хірургічну стратегію прийнятною альтернативою двоетапному хірургічному лікуванню цієї комплексної патології.

**Ключові слова:** транспозиція магістральних артерій; обструкція дуги аорти; одноетапна корекція.

### Abstract

**Objective.** To analyze immediate and late results of a one-stage surgical treatment of the main arteries transposition in conjunction with obstruction on the level of aortal arch.

**Materials and methods.** For the period 2010 – 2019 yrs in Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery and Scientific-Practical Medical Centre of Pediatric Cardiology and Cardio-Surgery in 52 newborn babies a one-stage correction of the main arteries transposition with obstruction on the level of aortal arch was conducted. In the investigation were included only the patients with a two-ventricle physiology and further two-ventricle correction. There were 35 (67.3%) boys and 17 (32.7%) girls. Average age of the patients was (0.6 ± 0.3) mo, average body mass – (3.6 ± 0.8) kg. The main method of diagnosis in determination of the failure and estimation of immediate and late results was echocardiographic examination. In 24 (46.2%) of the patients while doing reconstruction of the aortal arch a selective antegrade cerebral perfusion was conducted.

**Results.** Hospital mortality have constituted 3.8% (n=2). Duration of artificial blood circulation have constituted (194.3 ± 73.1) min, aortal clamping – (108.5 ± 35.6) min, selective cerebral perfusion – (19.6 ± 7.2) min. In early postoperative period 6 (11.5%) patients have been with desintegrated sternum. Average duration of observation have constituted (3.7 ± 2.8) yr (from 1 no to 9 yrs). In late period one child died. In 5 (9.6%) patients in postoperative period restenosis in aortal arch have developed, who was successfully cured endovascularly, using balloon dilatation in 3 patients. In two secondary plasty of aortal arch was done surgically. Tracheal or the main bronchi compression, neurologic complications were not observed in remote period.

**Conclusion.** One-stage correction of the main arteries transposition together with the aortal arch hypoplasia – an effective and secure method of treatment of a newborn children with good immediate and late results. The investigation conducted gives a background to conclude, that this surgical strategy constitutes the affordable alternative to two-staged surgical treatment of this complex pathology.

**Keywords:** transposition of the main arteries; obstruction of aortal arch; one-stage correction.

Поєднання простої транспозиції магістральних артерій (ТМА) і обструкції на рівні дуги аорти зустрічається нечасто, приблизно у 5% пацієнтів [1]. Однак при ТМА в поєднанні з дефектом міжшлуночкової перегородки (ДМШП), а особливо при подвійному відходженні магістральних судин від правого шлуночка транспозиційного типу (аномалія Тауссіг-Бінга), таке поєднання зустрічається приблизно у 50% пацієнтів [1, 2]. Ступінь обструкції на рівні дуги аорти може варіювати від дискретної коарктації аорти, тубулярної гіпоплазії дуги аорти до повного її перериву. Незважаючи на покращення результатів хірургічного лікування цієї патології в останні роки, питання етапності лікування залишається дискусійним [2]. Хірургічне лікування таких пацієнтів може бути одноетапним – корекція ТМА і пластика дуги аорти із серединного доступу і двохетапним – на першому етапі виконується стандартна бокова торакотомія з реконструкцією дуги аорти зі звуженням чи без звуження легеневої артерії, а на другому етапі виконується корекція ТМА.

Одноетапну корекцію ТМА з обструкцією на рівні дуги аорти було започатковано J. D. Pigott у 1988 р. [3]. З того часу дана тактика була впроваджена у багатьох провідних кардіохірургічних центрах світу. Ще більше прибічників одноетапної корекції стало після впровадження в практику селективної антеградної церебральної перфузії. При одномоментній корекції такого комплексного поєднання необхідно враховувати ряд особливостей, які суттєво впливають на безпосередні й віддалені результати, а саме: анатомічні особливості обструкції дуги аорти, великий відсоток аномалій коронарних артерій, різниця в діаметрах аорти і легеневої артерії, підортальний стеноз і ортальна регургітація на ортальному клапані, що розвиваються у віддаленому періоді. Все це засвідчує, що у виборі тактики лікування таких пацієнтів залишається багато питань.

Мета дослідження: проаналізувати безпосередні й віддалені результати одноетапного хірургічного лікування ТМА у поєднанні з обструкцією на рівні дуги аорти.

### Матеріали і методи дослідження

За період із 2010 по 2019 р. у Національному інституті серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України та Науково-практичному медичному центрі дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України 52 немовлятам виконано одноетапну корекцію ТМА з обструкцією на рівні дуги аорти. У дослідження залучені тільки пацієнти з двошлуночковою фізіологією і подальшою двошлуночковою корекцією. Хлопчиків було 35 (67,3%), дівчаток – 17 (32,7%).

Усім пацієнтам перед оперативним лікуванням проводили загальноклінічні, біохімічні, бактеріологічні дослідження, електрокардіографію, рентгенографію органів грудної порожнини у прямій проекції. Основним методом діагностики у визначенні вади та оцінки безпосередніх і віддалених результатів було ехокардіографічне (ЕхоКГ) обстеження, за даними якого була можливість оцінити анатомічні особливості вади та визначити стан гемодинаміки. При проведенні ЕхоКГ вимірювали кожний сегмент дуги аорти. Крім сегментарного підходу, для виявлення гіпоплазії дуги аорти використовували калькулятор Z-score, який оцінює вираженість гіпоплазії дуги аорти за відхиленням від нормальних показників. Гіпоплазованим сегмент дуги аорти вважали, якщо за Z-score відхилення становило менше – 2,0. Середні значення розмірів сегментів дуги аорти та відхилення від нормальних значень за Z-score були такими: сегмент А – (2,6 ± 1,7) мм (Z-score: –5 ± 1,7), сегмент В – (4 ± 0,9) мм (Z-score: –2,7 ± 1,5), сегмент С – (2,7 ± 1,1) мм (Z-score: –2,2 ± 1,3).

Аномалії коронарних артерій виявлено тільки у пацієнтів із комплексною транспозицією, тобто за наявності ДМШП, а половина пацієнтів з аномалією Тауссіг-Бінга мала незвичну анатомію коронарних артерій (*табл. 1*). Різновиди аномалій коронарних артерій згідно з класифікацією групи вчених із міста Лейден (Нідерланди) представлено в *таблиці 2*.

Операції виконували через серединну стернотомію, що дозволяє мобілізувати всі сегменти дуги аорти та бра-

**Таблиця 1. Частота аномалій коронарних артерій у пацієнтів із ТМА**

Діагноз	Кількість пацієнтів		Аномалії коронарних артерій	
	абс.	%	абс.	%
ТМА з інтактною міжшлуночковою перегородкою	14	18,4	-	-
ТМА з ДМШП	28	36,8	6	21,4
Аномалія Тауссіг-Бінга	34	44,7	17	50
Усього ...	76	100	23	30,3

**Таблиця 2. Аномалії коронарних артерій при ТМА з обструкцією дуги аорти за класифікацією групи вчених із міста Лейден**

Класифікація	ТМА з ДМШП	Аномалія Тауссіг-Бінга	Усього
1-LAD, RCA, 2- Cx	1	1	2
1-LAD, 2 RCA, Cx	1	7	8
1-R, 2-LAD, Cx (double loop)	1	3	4
1-LAD, RCA, Cx single coronary artery		1	1
2-LAD, RCA, Cx single coronary artery	3	5	8

хіоцефальні судини. Канюляцію висхідної аорти виконували у зоні відходження брахіоцефального стовбура, канюляцію порожнистих вен – за стандартною методикою.

У 28 (54,0%) хворих анатомія гіпоплазованої дуги аорти дозволяла виконати реконструкцію дуги аорти на працюючому серці на паралельній перфузії з перетисненням низхідної аорти та дуги аорти в проксимальній частині. Після початку штучного кровообігу (ШК) 24 (46,0%) пацієнтів охолоджували до температури тіла 24 – 25 °С. Після цього артеріальну канюлю проводили у брахіоцефальний стовбур і починали селективну антеградну церебральну перфузію, знижуючи об'ємну швидкість перфузії до 30 – 40% від нормативної (50 – 60 мл/кг/хв). У всіх хворих для захисту міокарда використовували кардіоплегічний розчин Бредшнайдера (торговельна марка «Кустодіол») із розрахунку 30 – 40 мл/кг. Для попередження повітряної емболії церебральних судин під час основного етапу герметизували турнікетом аортальну канюлю і перетискали ліву сонну та підключичну артерії. Дугу аорти розрізали в повздожньому напрямку від низхідної до висхідної ділянки по малій кривизні. Пластику дуги аорти виконували за методиками розширеного анастомоза кінець у кінець або кінець у бік за методикою «aortic arch advancement». У 2 пацієнтів пластику дуги аорти виконували латкою з аутоперикарда з попередньою фіксацією в 0,6% розчині глютаральдегіду протягом 1 – 2 хв. Після реконструкції дуги аорти і профілактики повітряної емболії артеріальну канюлю переводили з брахіоцефального стовбура у сформовану дугу аорти та відновлювали розрахункову системну перфузію. На цьому етапі здійснювали корекцію ТМА та ДМШП за його наявності. Пересікали магістральні судини, проводили маневр Лекомпта, вирізали «баттони» коронарних артерій і реімплантовували у відповідні синуси неоаорти. Пластику синусів легеневої артерії виконували аутоперикардальними латками. Закривали ДМШП аутоперикардальною або синтетичною латкою.

### Результати

Лікарняна смертність становила 3,8% (n=2). Обидва померлі пацієнти мали діагноз «аномалія Тауссіг–Бінга» і аномальну анатомію коронарних артерій. У післяопераційному періоді через ознаки вираженої міокардальної недостатності вони були підключені до апарату екстракорпоральної мембранної оксигенації. Причинами смерті обох пацієнтів був інфаркт міокарда лівого шлуночка внаслідок проблем, пов'язаних із реімплантацією коронарних артерій. Показники (середні значення) періопераційного періоду були такими: тривалість операції – (321,1±82,4) хв, тривалість ШК – (194,3 ± 73,1) хв, тривалість перетискання аорти – (108,5 ± 35,6) хв, тривалість селективної антеградної церебральної перфузії – (19,6 ± 7,2) хв, температура тіла, до якої охолоджували пацієнта під час проведення церебральної перфузії – (25,3 ± 4,2) °С, тривалість штучної вентиляції легень (ШВЛ) – (85,3 ± 76,1) год, перебування у відділенні реанімації та інтенсивної терапії – (11,4 ± 3,3) доби.

Неврологічних ускладнень, компресії трахеї та головних бронхів у ранньому післяопераційному періоді не було. Пролонговану ШВЛ (більше 7 діб) застосували у 7 (13,5%) пацієнтів. Парез діафрагми (плікація) спостерігали у 2 (3,8%) пацієнтів, атріовентрикулярну блокаду (імплантація електрокардіостимулятора) – у 1 (1,9%) пацієнта. У 6 (11,5%) пацієнтів у ранньому післяопераційному періоді груднина була залишена розведеною через виражену серцеву недостатність та малий серцевий викид. Зводили груднину протягом 24 – 48 год після операції. Рестернотомію з приводу кровотечі виконали у 4 (7,7%) пацієнтів. Джерелом кровотечі в ранньому післяопераційному періоді була лінія шва по малій кривизні дуги аорти у 2 пацієнтів. У 1 пацієнта джерелом кровотечі був шов на місці реімплантації лівої коронарної артерії. Причини кровотечі було успішно усунуто шляхом накладання додаткових швів. Ще у 1 пацієнта причиною кровотечі була коагулопатія з дифузною кровоточивістю ліній швів магістральних судин.

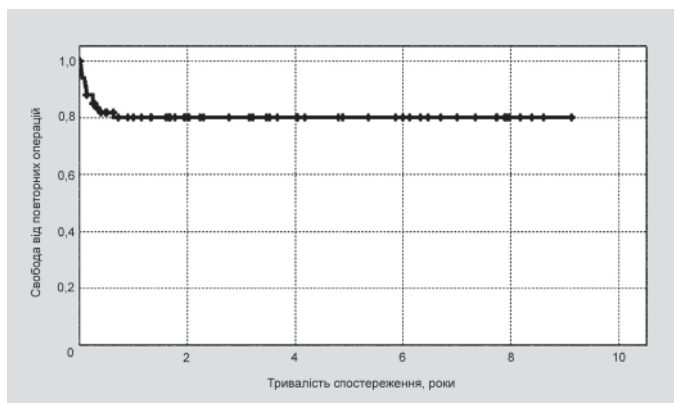
За даними ЕхоКГ, яку виконували планово протягом 24 год з моменту операції, відмічено достовірне зниження градієнта тиску на дузі аорти з (51,8 ± 16,2) до (20,5 ± 4,9) мм рт. ст. (p < 0,05). Що стосується фракції викиду (ФВ) лівого шлуночка, то її величина підвищилась із (57,9 ± 14,1) до (67 ± 5,7)%, однак ця різниця статистично не достовірна (p > 0,05).

Після реконструкції дуги аорти спостерігали добрі безпосередні та віддалені результати відносно градієнта тиску на дузі аорти, а величина ФВ лівого шлуночка після операції та у віддаленому періоді зберігалася на достатньому рівні (табл. 3).

Тривалість спостереження становила від 1 міс до 9,1 року, в середньому (3,7 ± 2,8) року. У віддаленому періоді смертності не зафіксовано. У 5 (9,6%) пацієнтів у післяопераційному періоді розвинувся рестеноз на дузі аорти. У 2 пацієнтів звуження було усунуто ендovasкулярно шляхом балонної дилатації через 2 і 4 міс. Одному пацієнту виконали балонну дилатацію рестенозу через 1 міс, потім через 2 міс – повторну пластику дуги аорти хірургічним шляхом з бокової торакотомії. Ще 2 пацієнтам через 6 та 7 міс після первинного втручання виконали повторну пластику дуги аорти аутоперикардальною латкою в умовах ШК. У решти пацієнтів у віддаленому періоді гемодинамічно значущого градієнта тиску у місці реконструкції

Таблиця 3. Післяопераційні показники ЕхоКГ на різних етапах лікування

Термін спостереження	Середні показники ЕхоКГ	
	градієнт тиску на дузі аорти (мм рт.ст.)	ФВ лівого шлуночка (%)
Безпосередньо після операції	19,5 ± 10,4	67 ± 2,5
Через 6 міс	14,8 ± 7,8	67 ± 4,3
Через 3 роки	13,6 ± 7,1	66 ± 3,2
Через 5 років	14,4±4,8	67±4,1



*Свобода від повторних операцій у пацієнтів після одномоментної корекції ТМА та гіпоплазії дуги аорти у віддаленому періоді.*

дуги аорти не відмічено. Випадки наростання градієнта тиску в післяопераційному періоді і повторні втручання (як ендоваскулярні, так і хірургічні) в досліджуваній групі були пов'язані з недостатнім видаленням дуктальних тканин у місці пластики дуги аорти. Ретельна увага приділялась питанню утворення аневризм, особливо у пацієнтів, у яких для пластики дуги аорти використовували аутоперикард. Формування аневризм у місці пластики дуги аорти не зафіксовано. Рестеноз на вихідному тракці правого шлуночка та легеневої артерії зафіксовано у 2 пацієнтів. У одного пацієнта рестеноз було усунуто ендоваскулярно шляхом балонної дилатації, у другого пацієнта виконали повторну пластику вихідного тракту правого шлуночка в умовах ШК. Гемодинамічно значущих решунтів після пластики ДМШП не було. Неврологічних ускладнень, компресії трахеї та головних бронхів у віддаленому періоді не виявлено.

За даними аналізу Каплана–Мейера кумулятивна частка пацієнтів, яким не виконували повторних операцій у віддаленому періоді спостереження через 1 рік та у наступні 7 років, лишалася сталою і становила 80,1% (див. рисунок).

### Обговорення

Поєднання обструкції на рівні дуги аорти і транспозиції магістральних артерій зазвичай можна діагностувати ще на пренатальному рівні. Це вкрай важливо для своєчасного направлення вагітної до перинатального центру спеціалізованого кардіохірургічного закладу. Клінічний стан новонароджених із такою вадою багато в чому залежить від ступеня обструкції дуги аорти. При значній обструкції на рівні дуги аорти пацієнти мають тяжкий стан, що потребує виконання невідкладного хірургічного втручання. Вибір тактики лікування такої комплексної патології суперечливий. З кожним роком з'являється дедалі більше робіт, де показано безпечність виконання одномоментної корекції обструкції дуги аорти та корекції ТМА у новонароджених [4]. До переваг одноетапного лікування відносять раннє відновлення нормальної фізіології кровообігу та уникнення другого етапу лікування [1, 5], оскільки на сьогодні пацієнтів із ТМА оперують не просто в пер-

ші тижні чи дні, а навіть у перші години життя. Результати одноетапної реконструкції цієї комплексної вади багато в чому залежать від низки особливостей корекції ТМА: правильної транслокації коронарних артерій, особливо при аномалії Тауссіг–Бінга, коли магістральні судини розташовані бік у бік, є велика розбіжність їх у розмірі, а близько половини пацієнтів мають аномальну анатомію коронарних артерій. Все це залишається факторами ризику незадовільних як безпосередніх, так і віддалених результатів [6]. У нашому дослідженні саме вказані фактори ризику були причиною лікарняної смертності.

Наш досвід засвідчує, що одномоментна корекція через серединний доступ в умовах ШК дозволяє адекватно виконати корекцію гіпоплазованої дуги аорти. Операції, виконані через поздовжню стернотомію, дозволяють здійснити реконструкцію дуги аорти на всьому протязі. Серединний доступ забезпечує адекватну мобілізацію всіх сегментів дуги аорти, брахіоцефальних судин та низхідної аорти, що досить важливо для уникнення стенозування трахеї і бронхів. У більшості пацієнтів пластику дуги аорти виконували власними тканинами. Іноді для пластики використовували аутоперикард, що також попереджує компресію дихальних шляхів. Застосування селективної антеградної церебральної перфузії дозволяє уникнути ускладнень у порівнянні з повним циркуляторним арештом і виконати реконструкцію дуги аорти при тубулярній гіпоплазії всіх її сегментів [7]. У віддаленому періоді пацієнтам після корекції ТМА з обструкцією на рівні дуги аорти значно частіше виконують повторні втручання, ніж пацієнтам без патології дуги аорти. Повторні операції пов'язані з розвитком рестенозу на дузі аорти, виникненням субаортального стенозу (особливо при аномалії Тауссіг–Бінга), обструкції на рівні вихідного тракту правого шлуночка і легеневої артерії. Крім того, реконструкція дуги аорти з використанням інших матеріалів (аутоперикард, ксеноперикард, легенева артерія, гомографти, синтетичні матеріали) завжди пов'язана з ризиком наростання фіброзу, кальцифікації і виникнення рестенозу [8].

### Висновки

Одномоментна корекція транспозиції магістральних артерій у поєднанні з обструкцією на рівні дуги аорти – ефективний і безпечний метод лікування новонароджених і немовлят із добрими безпосередніми й віддаленими результатами. Проведене дослідження дає підставу вважати дану хірургічну стратегію прийнятною альтернативою двохетапному хірургічному лікуванню цієї комплексної патології.

### Підтвердження

**Фінансування.** Дослідження проводились у рамках фінансування науково–дослідної роботи «Організувати систему надання екстреної та невідкладної кардіохірургічної допомоги пацієнтам з критичними вродженими вадами серця» ДУ «Національний інститут серцево–судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України».

**Інформація про внесок кожного учасника.** Труба Я. П. – концепція і дизайн дослідження, аналіз результатів і статистичне опрацювання даних, підготовка всіх розділів статті; Радченко М. П. – статистичне опрацювання даних; Дзюрий І. В. – аналіз результатів і статистичне опрацювання даних, участь у підготовці всіх розділів статті; Головенко О. С. – статистичне опрацювання даних, участь у підготовці всіх розділів статті; Лазоришинець В. В. – концепція і дизайн дослідження, аналіз результатів і статистичне опрацювання даних, підготовка всіх розділів статті.

**Конфлікт інтересів.** Автори не мають потенційних конфліктів інтересів.

**Згода на публікацію.** Всі автори прочитали остаточний варіант рукопису. Всі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

## References

1. Fricke TA, Konstantinov IE. Arterial switch operation: operative approach and outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2018;107(1):302–10. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.06.002.
2. Fricke TA, Donaldson S, Schneider JR, Menahem S, Brizard CP, Konstantinov IE. Outcomes of the arterial switch operation in patients with aortic arch obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;159(2):592–99 doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.07.103.
3. Pigott JD, Chin AJ, Weinberg PM, Wagner HR, Norwood WI. Transposition of the great arteries with aortic arch obstruction. Anatomical review and report of surgical management. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;94(1):82–6. PMID: 3600012.
4. Kwang Ho Choi, Si Chan Sung, Hyungtae Kim, Hyung Doo Lee, Gil Ho Ban, Geena Kim, et al. Transposition Complex with Aortic Arch Obstruction: Outcomes of One-Stage Repair Over 10 Years. *Pediatr Cardiol* 2016 Jan;37(1):160–6. doi: 10.1007/s00246-015-1258-6.
5. Huber C, Mimic B, Oswal N, Sullivan I, Kostolny M, Elliott M, et al. Outcomes and re-interventions after one-stage repair of transposition of great arteries and aortic arch obstruction. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011;39(2):213–20. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.05.009.
6. Pocar M, Villa E, Degandt A, Mauriat Ph, Pouard Ph, Vouhé PR. Long-Term Results After Primary One-Stage Repair of Transposition of the Great Arteries and Aortic Arch Obstruction. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46(7):1331–8. doi: 10.1016/j.jacc.2005.06.063.
7. Gupta B, Dodge-Khatami A, Tucker J, Taylor MB, Maposa D, Urencio M, et al. Antegrade cerebral perfusion at 25 °C for arch reconstruction in newborns and children preserves perioperative cerebral oxygenation and serum creatinine *Transl Pediatr.* 2016;5(3):114–24. doi: 10.21037/tp.2016.06.03.
8. Heinisch PP, Banz Y, Langhammer B, Stocker E, Erdoes G, Hutter D, et al. Histological analysis of failed submucosa patches in congenital cardiac surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2019;27(6):459–63. doi: 10.1177/0218492319858557.

Надійшла 02.03.2020