

РЕЗУЛЬТАТИ СТЕНТУВАННЯ ВІДКРИТОЇ АРТЕРІАЛЬНОЇ ПРОТОКИ, ЯК МЕТОДУ ЗБАГАЧЕННЯ ЛЕГЕНЕВОГО КРОВОТОКУ У КОГОРТАХ НОВОНАРОДЖЕНИХ ТА ДІТЕЙ ПЕРШОГО РОКУ ЖИТТЯ

Мотречко О.О., <https://orcid.org/0000-0002-0716-8450>

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

aessonnz@gmail.com

Актуальність. Серед усіх вроджених вад серця – третина – ціанотичні вади з дуктус-залежним легеневим кровотоком. Проведення паліативних втручань є необхідним у дітей зі складними комплексними ціанотичними дуктус-залежними вадами, недоношених та дітей з супутньою складною коморбідністю. Забезпечення надійного джерела легеневого кровотоку, достатнього для адекватної оксигенації артеріальної крові та росту нативних гілок легеневої артерії, є головною метою етапних втручань. Класичним варіантом забезпечення достатнього легеневого кровотоку до моменту проведення РК є накладання системно-легеневого анастомозу. Наразі спостерігається більша тенденція до використання іншого методу – стентування відкритої артеріальної протоки (ВАП).

Ціль: продемонструвати досвід стентування відкритої артеріальної протоки; безпосередні та віддалені результати у новонароджених та дітей першого року життя.

Матеріали та методи. З 2009 по квітень 2024 рр. на базі центру дитячої кардіології та кардіохірургії стентування відкритої артеріальної протоки було проведено 66 пацієнтам. Серед всієї когорти пацієнтів новонародженими були (група I) – 49 (74,2%), а діти першого року життя (група II) – 17 (25,7%) пацієнтів. Середній вік становив: група I – $7,4 \pm 5,9$ діб (від 1 до 28 діб), та група II – $105,2 \pm 54,78$ (від 42 до 280 діб). Середня вага складала для групи I – $3,0 \pm 0,49$ (від 1,9 до 4,4 кг), для групи II – $5,2 \pm 1,4$ (від 2,7 до 9 кг). В даній роботі було проаналізовано до-, інтра- та післяопераційні показники, зокрема: стать вік, вага, наявність супутньої/генетичної патології, рівень сатурації, КДІ ЛШ, діаметри гілок легеневої артерії, індекс Наката, анатомічні особливості, місце відходження та тип ВАП, наявність антеградного кровотоку, термін перебування у відділенні анестезіології та інтенсивної терапії (ВАІТ) після втручання, тривалість ШВЛ та міметичної підтримки; ранні та пізні післяопераційні ускладнення, рівень 30-денної та міжетапної летальності у в двох груп пацієнтів.

Результати. Всі випадки транскатетерної імплантації стента було виконано трансфеморальним доступом. Середній період перебування в ВАІТ для групи I становив $13,8 \pm 9,52$ доби (від 2 до 119 діб), для групи II – $6,4 \pm 3,64$ доби (від 2 до 20 діб), тривалість ШВЛ у групі I складала – $185,8 \pm 165,28$ год (від 2 до 2066 год), а у групі II – $67,5 \pm 46,15$ (від 4 до 248 год), міметична підтримка тривала в середньому для групи I – $151,6 \pm 81,06$ (від 0 до 720 год), а групи II – $82,4 \pm 47$ (від 0 до 211 год). Збільшення сатурації в групі I середньому з $65,7 \pm 11,03$ до $85,2 \pm 4,5,7$ % ($p < 0,05$), а відповідно у групі II з $66,8 \pm 10,9$ % до $87,4 \pm 4,24$ % ($p < 0,05$). Ранні післяопераційні ускладнення спостерігались у пацієнтів групи I у 34,6 % (17/49), та пацієнтів групи II – у 23,5% (4/17). Рівень ранньої 30-ти денної летальності складав 8,1% (4/49) пацієнтів групи I. Наступний етап хірургічного лікування перенесли в середньому через $12,9 \pm 10,2$ міс 51% (25/49) пацієнтів групи I та 88% (15/17) пацієнтів групи II – в середньому через $14,98 \pm 12$ міс після стентування. Відсоток міжетапної (пізньої) летальності становив 6,1% (3/49) для пацієнтів групи I, та 5,8 % (1/17) для пацієнтів групи.

Висновки. Враховуючи результати після проведення стентування ВАП у когорті наших пацієнтів, можна зазначити, що дана процедура є достатньо ефективною операцією забезпечення надійного джерела легеневого кровотоку при різних анатомічних варіантах ціанотичних ВВС як у новонароджених, так і в дітей першого року життя.

Ключові слова: вроджені вади серця, ціаноз, збагачення легеневого кровотоку, стент, паліативні втручання.

Актуальність. Щороку в Україні народжується близько 4,5-5 тис. дітей з вродженими вадами серця (ВВС). Третина даної групи пацієнтів мають ціанотичні вроджені вади серця із дуктус-залежним легеневим кровотоком. [1] Такими вадами є: тетрада Фалло

(ТФ), критичний клапанний стеноз легеневої артерії (ЛА), атрезія легеневої артерії з інтактною міжшлуночковою перегородкою (АЛА з ІМПП), ТФ з атрезією ЛА, єдиний шлуночок (ЄШ) з атрезією ЛА, тощо. Відсоток первинних радикальних корекцій у новонароджених та

дітей раннього віку з кожним роком зростає, що, відповідно, зменшує потребу в проміжних паліативних операціях. Проте проведення паліативних втручань є необхідним у дітей зі складними комплексними ціанотичними дуктус-залежними вадами, недоношених та дітей з супутньою складною коморбідністю. Забезпечення надійного джерела легеневого кровотоку, достатнього для адекватної оксигенації артеріальної крові та росту нативних гілок легеневої артерії, є головною метою етапних втручань. Класичним варіантом забезпечення достатнього легеневого кровотоку до моменту проведення РК є накладання системно-легеневого анастомозу. Перше втручання було проведене у 1944 р. Alfred Blalock. Хоча види системно-легеневих анастомозів та їх техніки накладання удосконалювались протягом майже століття ці паліативні втручання й наразі мають ряд недоліків. Тенденція до стентування ВАП, котра вперше була виконана у 1992 Gibbs JL [2], як альтернативи системно-легеневого анастомоза набирає обертів протягом останніх десятиліть. Більшість досліджень спрямованих на порівняння цих двох методів вказують на їх взаємозамінність, а деякі навіть зазначають, що транскатетерне стентування протоки має ряд переваг. [3, 4, 5].

Ціль: висвітлити досвід стентування відкритої артеріальної протоки; безпосередні та віддалені результати у новонароджених та дітей першого року життя; опис методики втручання; аналіз ускладнень та шляхи їх попередження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

З 2009 по квітень 2024 рр на базі центру дитячої кардіології та кардіохірургії стентування відкритої артеріальної протоки було проведено 66 пацієнтам. Показами до проведення етапного паліативного лікування були: наявність ціанотичної ВВС з дуктус-залежним легеним кровотоком; недоношеність; особливості внутрішньосерцевої анатомії чи анатомії магістральних судин, що не дозволяли провести радикальну корекцію (РК) вади; наявні ціанотично-задишкові напади, резистентні до медикаментозної терапії; супутня/генетична патологія, що значно підвищує ризик одномоментної корекції вади в порівнянні з етапними паліативними операціями; наявність незливних гілок легеневої артерії коли закриття протоки призводить до припинення кровотоку в ізольовану гілку.

Серед всієї когорти пацієнтів новонародже-

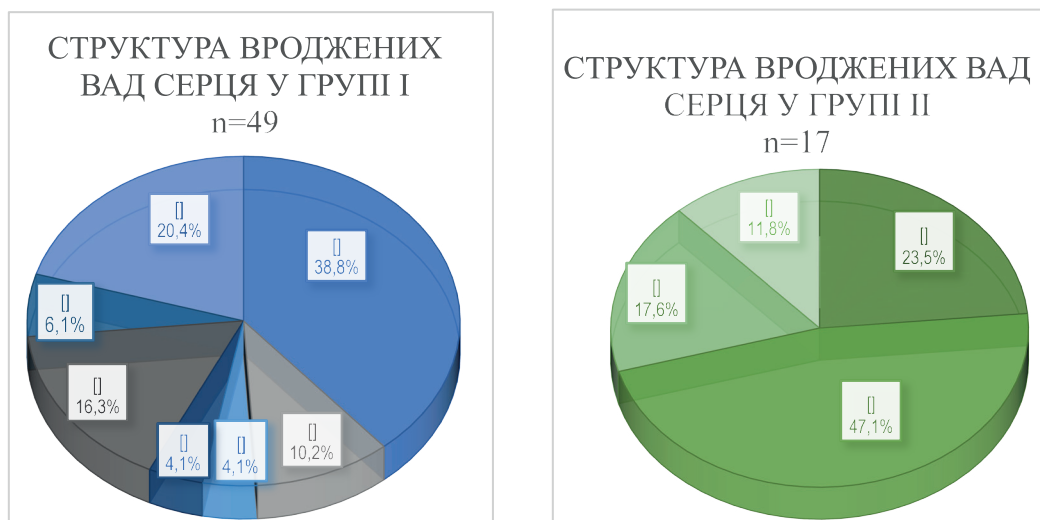


Рис. 1. Структура вроджених вад серця обох груп

Примітки: ТФ – Тетрада Фалло; ТФ з АЛА – Тетрада Фалло з атрезією легеневої артерії; ТФ з незл. гілками ЛА – Тетрада Фалло з незливними гілками легеневої артерії; ТФ з ВАЛКА – Тетрада Фалло з атрезією легеневої артерії та великими аорто-легеними колатеральними артеріями; СКЛА – стеноз клапана легеневої артерії; АЛА з ІМПП – атрезія легеневої артерії з інтактною міжшлуночковою перегородкою; ЄШ – єдиний шлуночок з атрезією чи стенозом легеневої артерії.

ними були (група I) – 49 (74,2%), а діти першого року життя (група II) – 17 (25,7%) пацієнтів. У групі I вроджена вада серця була діагностована пренатально у 28 пацієнта (57,1%), а в групі II – у 5 (29,4%) пацієнтів. Кількість недоношених (термін гестації <37 тижнів) становила у групі I – 14 (28,5%), а у групі II – 3 (17,6%) пацієнтів. Середній вік становив: група I – $7,4 \pm 5,9$ діб (від 1 до 28 діб), та група II – $105,2 \pm 54,78$ (від 42 до 280 діб). Середня вага складала для групи I – $3,0 \pm 0,49$ (від 1,9 до 4,4 кг), для групи II – $5,2 \pm 1,4$ (від 2,7 до 9 кг). Поширеність діагнозу у кожній з груп відрізнялись: у групі I найчастіше зустрічалась: АЛА з ІМШП – 19 (38,8%), ТФ/ТФ з АЛА – 10 (20,4%) та спільний шлуночок – 8 (16,3%), а у групі II, найпоширенішим діагнозом була ТФ з незливними гілками ЛА – 8 (47,1%); ТФ з АЛА – 4 (23,5%), та ТФ з ДМШП та великими аорто-легеневими колатеральними артеріями – 3 (17,6%) (рис. 1).

В даній роботі було проаналізовано до-, інтра- та післяопераційні показники, зокрема: стать вік, вага, наявність супутньої/генетичної патології, рівень сатурації, КДІ ЛШ, діаметри гілок легеневої артерії, індекс Наката, анатомічні особливості, місце відходження та

тип ВАП, наявність антеградного кровотоку, термін перебування у відділенні анестезіології та інтенсивної терапії (ВАІТ) після втручання, тривалість ШВЛ та міметичної підтримки; ранні та пізні післяопераційні ускладнення, рівень 30-денної та міжетапної летальності у в двох груп пацієнтів (Таблиця 1).

На доопераційному етапі більшість пацієнтів групи I через прояви гіпоксії та серцевої недостатності потребувала ШВЛ 21 (42,8%), міметичної підтримки – 12 (24,4%) та у 91% випадків (n=45) інфузії простагландину E1 (ПГЕ 1) для запобігання констрикції ВАП. У групі II міметичної підтримки не потребував жоден пацієнт, ШВЛ – 3 (17,6%), а інфузії ПГЕ1 потребували 4 (23,5%) пацієнти.

Анатомічні особливості артеріальної протоки. Слід зазначити, що переважна більшість ВАП була (згідно класифікації Криченка) «Е» типу в обох групах: група I – 19 (38,7%) та у групі II, відповідно, – 10 (58,8%). Звивиста, складна для проходження та стентування протока – у групі I була відмічена у 16 (32,6%), а у групі II – 3 (17,6%) випадків. У групі I білатеральні протоки спостерігались у 3 (6,1%) випадках, а у групі II – 2 (11,7%).

Таблиця 1

**Характеристика до- та інтраопераційних показників новонароджених (група I)
та дітей першого року життя (група II)**

Показник	Група I	Група II
Середній вік (діб)	$7,4 \pm 5,9$	$105,2 \pm 54,78$
Середня вага (кг)	$3,0 \pm 0,49$	$5,2 \pm 1,4$
Стать (ч) n (%)	24 (48,9)	10 (58,8%)
Недоношеність (гестаційний вік < 37 тижнів) n (%)	14 (28,5)	3 (17,6)
Доопераційна ШВЛ n (%)	21 (42,8)	3 (17,6)
Інфузія простагландину E1 n (%)	45 (91,8)	4 (23,5%)
Міметична підтримка n (%)	12 (24,4)	0
Вихідний рівень SaO_2 (%)	$65,7 \pm 11,3$	$66,8 \pm 10,9$
Індекс Наката ($\text{мм}^2/\text{м}^2$)	$146,7 \pm 52,4$	$142,9 \pm 53,5$
Total neopulmonary index ($\text{мм}^2/\text{м}^2$)	$10,3 \pm 5,4$	$30,4 \pm 17,2$
КДІ ($\text{мл}/\text{м}^2$)	$51,1 \pm 23,5$	$33,1 \pm 15,09$
Наявність стенозу гілок легеневої артерії n (%)	9 (18,3)	1 (5,8%)
Наявність антеградного кровотоку n (%)	29 (59,1)	9 (52,94%)
Дуга аорти: лівостороння n (%)	40 (81,6)	8 (47%)

Методика стентування. У всіх випадках процедуру стентування виконували під комбінованим наркозом, гепаринізація – 100 ОД/кг одноразово. Для навігації під час втручання використовували рентгенангіографічні комплекси Siemens «AxiomArtis II»/«AxiomArtis Q». Перед втручання у всіх випадках проводили діагностичну катетеризацію серця та магістральних судин для оцінки та визначення анатомо-фізіологічних та гемодинамічних особливостей вади.

Інтраопераційне анестезіологічне забезпечення проводили згідно власного протоколу.

- *Підготовка пацієнта:* припинення інфузії ПГЕ 1 за 1,5–2 год. до початку процедури (Цільові: Sat O₂ (70–75%), Ø PDA 2–2,5mm – за даними ехокардіографічного обстеження); зігрівання пацієнта – нормотермія (термостабілізуюча ковдра з системою обігріву); налагодження 2-х периферичних венозних доступів; налагодження периферичного артеріального доступу; інтубація та ШВЛ.
- *Інтраопераційний моніторинг:* контроль ЧСС, Sat O₂; інвазивного системного артеріального тиску; контроль кислотно-основного стану крові, зокрема: рівня Lас, Нст (Цільовий: 40–45%), АЧТЧ (Цільовий: 55–65%).
- *Планова міметична підтримка:* добутамін 5 мкг/кг/хв.

Безпосередньо перед стентуванням виконували селективну ангіографію ВАП для оцінки місця відходження, діаметру, довжини та звивистості протоки. У всіх випадках стентування проводили трансфеморальним доступом. Різновид доступу вибирали в залежності від місця відходження ВАП. При відходженні протоки від лівого чи правого брахіоцефального стовбура чи сегменту «А» дуги аорти використовували артеріальний, ретроградний трансфеморальний доступ. При відходженні від сегменту «В» дуги аорти схилялись до венозного, антеградного шляху стентування. У випадках та «вертикальної» ВАП, через її гострий кут відходження, канюлювати ампулу ВАП зазвичай досить складно. Щоб нівелювати кут відходження використовували модифікований катетер для проходження складних

анатомічних варіантів протоки власного виробництва. Діаметр стента обирали з розрахунку вага пацієнта (кг) $\pm 0,5$ мм, а довжину з розрахунку довжина ВАП + 2–3 мм. Для проходження протоки використовували ангіографічний коронарний провідник Floppy/Extra Floppy 0.014. В залежності від кривизни ВАП кінчику катетера надавали J-ої форми, щоб полегшити проходження та запобігти травмуванню інтими. У випадках коли ВАП мала «S» чи «C»-подібну форми кінчик катетера заокруглювали більше – до вигляду напівкільця. Така форма дозволяла повторювати хід першої третини протоки, а ротація провідника -проходити звивистість просвіту протоки без пошкодження інтими. У випадках коли в середній третині судини відмічали гострий кут згину округлу частину кінчика провідника щільно притискали до контралатеральної від ходу судини стінки та легким натисненням на стінку збільшували кривизну вигину кінчика провідника, надалі обертальними рухами заводили провідник дистально в просвіт протоки. Після проходження ВАП м'який кінчик провідника намагались встановити петлею в дистальних відділах сегментарних гілок ЛА для його надійної фіксації. Якщо при легкій спробі тракції провідника (на 0,5–1 см) кути ВАП ставали більш згладженими, а протока набувала більш рівного ходу систему вважали надійно фіксованою. По провіднику у вустя протоки встановлювали направляючий катетер JR 5Fr. Для стентування застосовували низькопрофільні фіксовані на балоні стент-системи. В позиції ВАП стент-систему розміщували так, щоб пристрій повністю перекривав всю довжину протоки. Враховуючи здатність боталічних тканин до констрикції перекриття всієї довжини необхідне для запобігання стенозування непокритих ділянок протоки. Хоча слід відмітити, що у 7 випадках коли стент-система після імплантації не перекривала широку ампулу ВАП у віддаленому періоді ми в жодному випадку не спостерігали звуження судини протягом середнього періоду спостереження. При наявності стенозів однієї з гілок ЛА провідник намагались встановити саме в стенозовану гілку, а стент імплантувати так, щоб усунути стеноз

гілки. У більшості випадків після цієї методики попередньо стенозована гілка заповнювалась через центральний просвіт стентованої протоки, а протилежна гілка через комірку стента. В окремих випадках додатково виконували розширення комірки стента коронарним балон-катетером до діаметру центрального просвіту. Після стентування на контрольній ангіографії оцінювали положення та функцію стента й наповнення гілок ЛА.

В ранньому післяопераційному періоді для уникнення обкрадання стентованою ВАП системного кровотоку проводили моніторинг:

- ЧСС, Sat O₂ (Цільова 75–85 %); *інвазивного системного артеріального тиску*;
- ЕХО-Кг контроль з оцінкою: Ø стента; градієнта тиску на стентованій ВАП; КДІ (мл/м²); Ø PFO, напрямок шунта на міжпередсердному рівні;
- наявність ретроградного кровотоку в нижхідній аорті та наявність вільної рідини в перикардальній та плевральних порожнинах;
- Контроль КОС кожні 3-4 години; контроль АЧТЧ (Цільовий: 55–65%) кожні 6–8 годин протягом 1шої доби, надалі 1р/д.
- З метою балансування системного і легеневого кровотоку шляхом зміни опору легеневого русла ШВЛ– FiO₂ (21–35%), РЕЕР (5–8 см H₂O) та планова міметична підтримка: добутамін 5мкг/кг/хв для попередження проявів серцевої слабкості.
- Антикоагулянтна терапія: гепарин 10 од/кг/год.

Дезагрегантна терапія після втручання включала прийом аспірину по 5 мг/кг 1 р/д, однак при стентуванні протоки 2- ма та більше стентами – подвійна антиагрегантна терапія (аспирин-кардіо по 5 мг/кг 1 р/д + клопідогрель 0,2 мг/кг 1 р/д.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Стентування було успішне у всіх 66 пацієнтів. Група новонароджених складала 49 пацієнтів (група I), та 17 пацієнтів – діти старшого віку (група II). У групі I –12 (24,4%) мали вагу < 2,5 кг. Одношлуночкова корекція була запла-

нована у 16,3% (8/49) пацієнтів групи I, та у 11,8% (2/17) випадків групи II. Після проведення стентування у всіх пацієнтів при контрольній ангіографії зафіксовано збільшення діаметра та покращення кровотоку через відкриту артеріальну протоку та відмічено збільшення сатурації в групі I середньому з 65,7±11,03 до 85,2±4,5,7 % (p<0,05), а відповідно у групі II з 66,8±10,9 % до 87,4±4,24% (p<0,05). Всі випадки транскатетерної імплантації стента було виконано трансфеморальним доступом.

Час флюороскопії становив для групи I– 22,8±12,96 хвилин, та для групи II– 28,1±15,9 хвилин. В переважній більшості стентування проводили одним стентом. Однак через довжину протоки у двох випадках з групи I було використано 2 та 3 стент-системи. У групі II двоє пацієнтів потребував імплантації 2 стентів, щоб перекрити весь просвіт ВАП.

У групі I відмічали наявність білатеральних проток у 3 пацієнтів, а у групі II у двох. Обом пацієнтам групи II було виконано стентування обох білатеральних проток, тоді як у групі I одному пацієнту було виконано стентування обох білатеральних проток, а двом- стентування однієї ВАП та балонну ангіопластику іншої. Анатомо- фізіологічні особливості ВАП представлені в таблиці 2.

Серед пацієнтів групи I інтраопераційні ускладнення виникли у 2 (4,1%) пацієнтів. У одного пацієнта розвинувся гострий тромбоз стента через 6 хв після імплантації. Стентовану ВАП було реканалізовано коронарним провідником з подальшою балонною ангіопластикою. У другого пацієнта розвинувся спазм протоки під час спроби проходження просвіту ВАП коронарним провідником. У вустя ВАП було виконано одноразове селективне введення простагландину E1 надалі повторне проходження та успішне стентування протоки. З когорти групи II інтраопераційні ускладнення виникли у одного (5,8%) пацієнта– відрив крайової хорди трикуспідального клапана. Даному пацієнту через місяць після стентування, при виконанні радикальної корекції вади, було виконано пластику трикуспідального клапана.

У нашій серії в групі I відмічалось зміщення стента в ліву у 10,2% (5/49) та праву 14,2%

Таблиця 2

Анатомо-фізіологічні особливості ВАП обох груп пацієнтів

Показник	Група I n=49	Група II n=17
<i>Анатомія ВАП</i>		
Середній найвужчий діаметр ВАП (мм)	1,9±0,5	1,2±0,58
Середня довжина ВАП (мм)	16,2±3,3	15,8±3,34
Наявність білатеральних ВАП.	3 (6,1)	2 (11,7)
<i>Місце відходження ВАП</i>		
Правий брахіоцефальний стовбур n (%)	4 (8,2)	2 (11,7)
Лівий брахіоцефальний стовбур n (%)	6 (12,2)	7 (41,2)
Сегмент «А» дуги аорти	25 (51,1)	2 (11,7)
Сегмент «В» дуги орти	12 (24,4)	6 (35,4)
Сегмент «С»	2 (4,1)	0
<i>Морфологія ВАП</i>		
Звивистий	16 (32,6)	3 (17,6)
Довгий тубулярний	27 (55,2)	14 (82,4)
Конічний	6 (12,2)	0
<i>Характеристика стента після імплантації</i>		
Середній діаметр стента (мм)	3,3±0,27	3,6±0,28
Середня довжина стента (мм)	17,1±3,22	15,1±2,95

(7/49) гілку легеневої артерії. В групі II – зміщення стента в ліву було у 17,6% (3/17) та праву 11,7% (2/17) гілку легеневої артерії. У 11 пацієнтів групи I частина ампуди протоки не була покрита стент-системою в середньому на 0,78±0,5 мм, а відповідно в групі II у 4 пацієнтів – 0,63±0,4 мм. Слід зазначити, що жоден пацієнт обох груп не потребував додаткових операцій та за період спостереження та не було відмічено стенозування аортального кінця протоки.

Середній період перебування в ВАІТ для групи I становив 13,8±9,52 доби (від 2 до 119 діб), для групи II – 6,4±3,64 доби (від 2 до 20 діб), тривалість ШВЛ у групі I складала – 185,8±165,28 год (від 2 до 2066 год), а у групі II – 67,5±46,15 (від 4 до 248 год), міметична підтримка тривала в середньому для групи I – 151,6±81,06 (від 0 до 720 год), а групи II – 82,4±47 (від 0 до 211 год).

Ранні післяопераційні ускладнення спостігались у пацієнтів групи I у 34,6 % (17/49), та пацієнтів групи II – у 23,5% (4/17). Вид усклад-

нень на методи лікування представлені в таблиці 3.

Рівень ранньої 30-ти денної летальності складав 8,1% (4/49) пацієнтів групи I. Основною причиною летальності у 70% випадків був сепсис. Ранньої летальності серед пацієнтів групи II – не було. Наступний етап хірургічного лікування перенесли в середньому через 12,9±10,2 міс 51% (25/49) пацієнтів групи I та 88% (15/17) пацієнтів групи II – в середньому через 14,98±12 міс після стентування. Відсоток міжетапної (пізньої) летальності становив 6,1% (3/49) для пацієнтів групи I, та 5,8 % (1/17) для пацієнтів групи II. Найчастішою причиною міжетапної летальності у 87 % був тромбоз стентованої ВАП. Перед наступним етапом хірургічної корекції відмічались достатній ріст гілок легеневої артерії (значне збільшення індексу Наката з 146,7±52,4 1 мм²/м² до 278,1±73,2 мм²/м² (p<0,05) у групі I та з 142,9±53,5 мм²/м² до 283,4±71,2 мм²/м² (p<0,05) у групі II та Total neopulmonary index з 10,3±5,4 мм²/м² до 346,2±45,7 мм²/м² (p<0,05)

Таблиця 3

Вид ускладнень на методи лікування обох груп пацієнтів

Показник	Група I n= 49		Група II n= 17	
	Кількість	Лікування	Кількість	Лікування
Середній термін виникнення (добы)	3,15±2,4 (від 1 до 18 діб)		0,72±0,5 (від 1 до 4 діб)	
Гідроторакс з боку стентованої ВАП	2 (4,08%)	Сечогінна терапія	4 (23,5%)	Сечогінна терапія, дренажування плевральної порожнини
НЕК	3 (6,1%)	Антибіотикотерапія, лапаротомія (n=1)	0	–
Сепсис	4 (8,1%)	Антибіотикотерапія, імуномодуюча терапія.	0	–
Серцева недостатність внаслідок гіперфункції стента n (%)	7 (14,3%)	ШВЛ, міметична підтримка, сечогінна терапія	0	–
Аспіриніндукована тромбоцитопенія n (%)	1(2,04%)	Заміна антиагрегантної терапії	0	–

у групі I та з $30,4\pm17,2$ мм²/м² ($p<0,05$) до $443,7\pm34,8$ мм²/м² у групі II). Подальші етапі корекції ВВС для обох пацієнтів представлені у Рисунок 2.

Наразі стентування ВАП використовується для забезпечення надійного джерела легеневого кровотоку все частіше. Проте дискусії щодо ліпшого методу (стентування чи накладання системно-легеневого анастомоза) тривають й надалі. Серед переваг стентування відмічають: меншу кількість інтраопераційних ускладнень, коротшу тривалість перебування в ВАІТ, та відмічають більш симетричний ріст гілок легеневої артерії [6]. Однак стентування ВАП асоціюється з більшим відсотком повторних втручань. [7]. Звивистість протоки й наразі залишається викликом для більшості інтервенційних кардіологів особливо у недоношених та дітей з малою вагою тіла [8]. Ми зазначаємо, що попередня оцінка анатомії ВАП та ретельне планування інтра- та постопераційного анестезіологічного забезпечення є вкрай важливим як для успішної імплантації так й для мінімізування виникнення ускладнень в ранньому

післяопераційному періоді. Правильний вибір доступу та інструментарію допомагає нівелювати або зменшити відсоток можливих ускладнень та підвищити відсоток успішних імплантацій стентів навіть в звивисту ВАП [9]. В нашому дослідженні всі процедури стентування ВАП були проведені трансфеморальним доступом. Оскільки в переважної більшості випадків це забезпечувало прямий шлях до вустя ВАП, а описана методика моделювання кінчика провідника та встановлення його петлею в дистальні відділи легеневого русла дозволяло отримати стабільне положення системи. Надійна фіксація провідника дозволяла сформувати жорстку систему, що частково вирівнювала згини протоки та сприяла успішному заведенню та імплантації стент-системи. Схожа методика описана Qureshi та ін. , котрі повідомили про зв'язок успішного стентування звивистої протоки в залежності від вибору судинного доступу [10]. Важливим критерієм успішності процедури, а також віддалених результатів є правильний вибір довжини і діаметра стента. Обов'язковим є перекриття

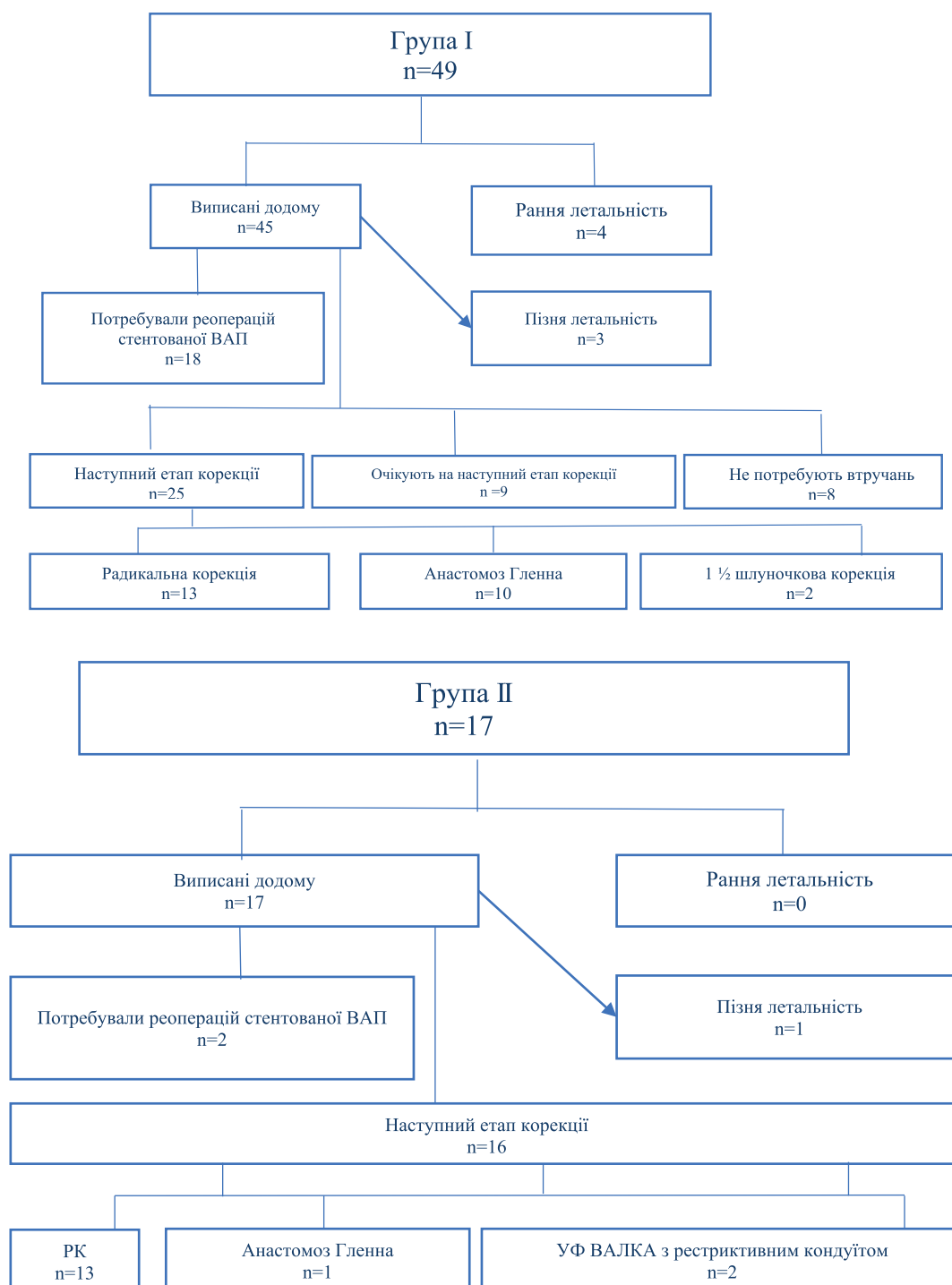


Рис. 2. Схема подальший етапних корекцій ВВС у обох групах пацієнтів

всієї довжини ВАП, так як всі сегменти потоки мають здатність до спазмування. Навіть короткі ділянки, які не покриті стентом, можуть стати причиною рестрикції легеневого кровотоку та десатурації. Проте в нашому дослідженні, сегменти ампули ВАП, довжиною 0,5-0,7 мм, котрі були не покриті стентом, не

стенозувались. Вибір діаметру стента обирали з розрахунку вага пацієнта (кг) $\pm 0,5$ мм, а довжину з розрахунку довжина ВАП + 2-3 мм. Це дозволило обрати оптимальний розмір для забезпечення достатнього рівня оксигенації артеріальної крові та зменшення розвитку обкрадання системного кровотоку стенованою

ВАП. Також, слід зазначити, що летальність після стентування ВАП є значно нижчою ніж при проведенні операції накладання системно-легеневого анастомозу, що підтверджується нашим власним дослідженням [11], а також подібні результати описані Kindi Al. et al. [12].

ВИСНОВКИ

Враховуючи результати після проведення стентування ВАП у когорті наших пацієнтів, можна зазначити, що дана процедура є достатньо ефективною операцією забезпечення надійного джерела легеневого кровотоку при різних анатомічних варіантах ціанотичних ВВС. Ця процедура супроводжується низьким ризиком виникнення ускладнень у дітей першого року життя. А в когорті новонароджених, через малоінвазивність процедури, дозволяє зменшити ризики ускладнень, пов'язаних з особливостями періоду новонародженості та зменшити відсоток летальності.

Конфлікт інтересів. Автор даного рукопису стверджує, що конфлікт інтересів під час виконання дослідження та написання рукопису відсутній.

REFERENCES

1. Corno AF, Koerner TS, Salazar JD. Innovative treatments for congenital heart defects. *World Journal of Pediatrics* [Internet]. 2022;19(1):1-6. DOI: 10.1007/s12519-022-00654-x.
2. Gibbs JL, Rothman MT, Rees MR, Parsons JM, Blackburn ME, Ruiz CE. Stenting of the arterial duct: a new approach to palliation for pulmonary atresia. *Heart* [Internet]. 1992;67(3):240-245. DOI: 10.1136/hrt.67.3.240.
3. Valencia E, Staffa SJ, Kuntz MT, Zaleski KL, Kaza AK, Maschietto N, et al. Transcatheter Ductal Stents Versus Surgical Systemic-Pulmonary Artery Shunts in Neonates With Congenital Heart Disease With Ductal-Dependent Pulmonary Blood Flow: Trends and Associated Outcomes From the Pediatric Health Information System Database. *Journal of the American Heart Association* [Internet]. 2023;12(17). DOI: 10.1161/jaha.123.030528.
4. Tseng SY, Truong VT, Peck D, Kandi S, Brayer S, Jason DP, et al. Patent Ductus Arteriosus Stent Versus Surgical Aortopulmonary Shunt for Initial Palliation of Cyanotic Congenital Heart Disease with Ductal-Dependent Pulmonary Blood Flow: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association* [Internet]. 2022;11(13). DOI: 10.1161/jaha.121.024721.
5. Alsagheir A, Koziarz A, Makhdoum A, Contreras J, Alraddadi H, Abdalla T, et al. Duct stenting versus modified Blalock-Taussig shunt in neonates and infants with duct-dependent pulmonary blood flow: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* [Internet]. 2021;161(2):379-390.e8. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.06.008.
6. Boucek DM, Qureshi AM, Goldstein BH, Petit CJ, Glatz AC. Blalock-Taussig shunt versus patent ductus arteriosus stent as first palliation for ductal-dependent pulmonary circulation lesions: A review of the literature. *Congenital Heart Disease* [Internet]. 2019;14(1):105-109. DOI: 10.1111/chd.12707.
7. Glatz AC, Aggarwal V, Metcalf CM, Wallen JW, Whiteside W, Ao J, et al. Comparison Between Patent Ductus Arteriosus Stent and Modified Blalock-Taussig Shunt as Palliation for Infants With Ductal-Dependent Pulmonary Blood Flow. *Circulation* [Internet]. 2018;137(6):589-601. DOI: 10.1161/circulationaha.117.029987.
8. Garg G, Mittal DK. Stenting of patent ductus arteriosus in low birth weight newborns less than 2 kg- procedural safety, feasibility and results in a retrospective study. *Indian Heart Journal* [Internet]. 2018;70(5):709-712. DOI: 10.1016/j.ihj.2018.01.027.
9. Agha HM, Abd O-, Kamel O, Sheta SS, El-Sisi A, El-Saiedi S, et al. Margin between success and failure of PDA stenting for duct-dependent pulmonary circulation. *PLOS ONE* [Internet]. 2022;17(4):e0265031. DOI: 10.1371/journal.pone.0265031.
10. Qureshi AM, Goldstein BH, Glatz AC, Agrawal H, Aggarwal V, Ligon AR, et al. Classification scheme for ductal morphology in cyanotic patients with ductal dependent

- pulmonary blood flow and association with outcomes of patent ductus arteriosus stenting. Catheterization and Cardiovascular Interventions [Internet]. 2019;93(5):933-943. DOI: 10.1002/ccd.28125.
11. Mykhailovska AO, Motrechko OO, Kurkevych AK, Maksymenko AV. [Comparison of the Effectiveness of Ductus Arteriosus Stenting and Systemic-to-Pulmonary Artery Shunt Placement in a Cohort of Newborns with Duct-Dependent Pulmonary Circulation]. *ujcvs* [Internet]. 2024Mar.27 [cited 2024Jun.3];32(1):39-4 [In Ukrainian]. DOI: 10.30702/ujcvs/24.32(01)/MM016-3944
 12. Al HK, Al HH, Al AB, Atiq A, Shaikh S, Al KA, et al. Blalock-Taussig Shunt versus Ductal Stenting as Palliation for Duct-Dependent Pulmonary Circulation. *Sultan Qaboos University Medical Journal* [Internet]. 2023;23(5):10-15. DOI: 10.18295/squmj.12.2023.073.

Article history:**Received: 18.04.2024****Revision requested: 17.05.2024****Revision received: 20.05.2024****Accepted: 25.06.2024****Published: 30.06.2024**

PATENT DUCTUS ARTERIOSUS STENTING IN NEWBORNS AND INFANTS WITH CYANOTIC CONGENITAL HEART DEFECTS: EXPERIENCE AND OUTCOMES

*Motrechko O.O.**Ukrainian Cardiac Center, Kyiv, Ukraine**aessonnz@gmail.com*

Background. Among all congenital heart defects (CHD), one-third are cyanotic defects with duct-dependent pulmonary blood flow. Palliative interventions are necessary for children with complex cyanotic CHD, premature infants, and children with complex comorbidities. Ensuring a reliable source of pulmonary blood flow adequate for arterial oxygenation and native pulmonary artery branches growth are the primary goals of staged interventions. The classic approach to providing adequate pulmonary blood flow before total repair is systemic-to-pulmonary artery shunting. Currently, there is a growing trend towards the use of an alternative method - transcatheter patent ductus arteriosus (PDA) stenting.

Aim: Demonstrate the experience of PDA stenting, immediate and long-term outcomes in newborns and infants.

Materials and Methods. From 2009 to April 2024, PDA stenting was performed in 66 patients at the UCC. Among the all cohort, 49 (74.2%) were newborns (Group I), and 17 (25.7%) were infants (Group II). The average age was: Group I - 7.4 ± 5.9 days (range 1 to 28 days), and Group II - 105.2 ± 54.78 days (range 42 to 280 days). The average weight was: Group I - 3.0 ± 0.49 kg (range 1.9 to 4.4 kg), and Group II - 5.2 ± 1.4 kg (range 2.7 to 9 kg). This study analyzed pre-, intra-, and postoperative parameters including age, weight, presence of concomitant/genetic pathology, saturation level, pulmonary artery branches diameter, Nakata index, PDAs size, origin and type, duration of staying in the intensive care unit, duration of artificial lung ventilation and inotropic support, early and late postoperative complications, 30-day and inter-stage mortality rates in the two patient groups.

Results. All cases of transcatheter stent implantation were performed by transfemoral access. The average ICU stay duration for Group I was 13.8 ± 9.52 days (range 2 to 119 days), and for Group II was 6.4 ± 3.64 days (range 2 to 20 days). The duration of artificial lung ventilation in Group I was 185.8 ± 165.28 hours (range 2 to 2066 hours), and in Group II was 67.5 ± 46.15 hours (range 4 to 248 hours). Inotropic support - on average for Group I - 151.6 ± 81.06 hours (range 0 to 720 hours), and for Group II - 82.4 ± 47 hours (range 0 to 211 hours). Saturation increased from an average of $65.7 \pm 11.03\%$ to $85.2 \pm 5.7\%$ in Group I ($p < 0.05$), and from $66.8 \pm 10.9\%$ to $87.4 \pm 4.24\%$ in Group II ($p < 0.05$). Early postoperative complications were observed in 34.6% (17/49) of Group I patients and 23.5% (4/17) of Group II patients. The early 30-day mortality rate was 8.1% (4/49) for Group I. The next stage of surgical treatment was performed on average after 12.9 ± 10.2 months by 51% (25/49) of Group I patients and by 88% (15/17) of Group II patients, on average after 14.98 ± 12 months post-stenting. The interstage (late) mortality rate was 6.1% (3/49) for Group I and 5.8% (1/17) for Group II.

Conclusion. Considering the outcomes after PDA stenting in our cohort of patients, this procedure appears to be an effective operation for providing a reliable source of pulmonary blood flow in various anatomical variants of cyanotic CHD in both newborns and infants.

Key words: congenital heart defects, stent, increasing the pulmonary blood flow, palliation, cyanosis.